

SYSTÊME
DE CHIMIE.

IMPRIMERIE DE H. PERRONNEAU.

A PARIS,

De la Librairie de J. KLOSTERMANN Fils, Acquéreur du Fonds de madame veuve BERNARD, Libraire des Écoles impériales Polytechnique, et des Ponts-et-Chaussées, Éditeur des Annales de Chimie, rue du Jardinet, n°. 13, quartier Saint-André-des-Arcs.

SYSTÈME DE CHIMIE

DE M. TH. THOMSON,

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ D'EDIMBOURG;

TRADUIT DE L'ANGLAIS

SUR LA DERNIÈRE ÉDITION DE 1807;

PAR M. J^s. RIFFAULT;

PRÉCÉDÉ

D'une Introduction de M. C. L. BERTHOLLET, membre de l'Institut.

TOME PREMIER.



PARIS,

MAD. V^e. BERNARD, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS, N°. 25.

M. DCCC. IX.

Fin de la Table du premier volume.

AVIS
DU TRADUCTEUR.

M. EDWARD HOWARD, membre de la Société royale de Londres, étant venu me voir dans un voyage qu'il fit à Paris en 1803, il me trouva occupé à traduire les Elémens de chimie de J. Murray, professeur de chimie à Edimbourg. Je n'avois alors d'autre objet que celui de me familiariser avec la langue anglaise, en m'exerçant sur un sujet qui m'offroit de l'intérêt et me présentoit quelque facilité. A cette occasion, M. Howard me parla avec le plus grand éloge du Système de chimie de M. Thomas Thomson, dont la première édition venoit de paroître à Londres, et il m'invita à en entreprendre la traduction. Les circonstances ne m'avoient pas

encore permis de me procurer cet ouvrage, lorsque m'entretenant quelques années après avec M. Berthollet d'ouvrages de sciences anglais, je lui parlai du Système de chimie de M. Thomson, du desir que j'avois de le connoître, et même du projet que je formerois peut-être de le traduire. M. Berthollet m'apprit que cet ouvrage avoit eu le plus grand et le plus rapide succès; que l'auteur en commençoit la troisième édition, et qu'on venoit de lui promettre de sa part qu'elle lui parviendroit volume par volume, à mesure qu'on l'imprimeroit. En me faisant part de son opinion particulière sur le mérite distingué de cet ouvrage, M. Berthollet me confirma dans l'idée que j'en avois conçue, et il me fortifia dans les dispositions où j'étois de le traduire, en m'observant que ce seroit un travail utile. Peu de tems après il eut la complaisance de m'envoyer à cet effet le premier volume qu'il venoit de recevoir.

J'hésitois à entreprendre cette tâche, dont j'étois cependant loin alors de pouvoir mesurer l'étendue et de prévoir toute la difficulté ; je n'osai m'en charger qu'après avoir obtenu de M. Berthollet qu'il voudroit bien réviser la traduction, avant qu'elle fût livrée à l'impression.

Il lui parut convenable que les poids et mesures dont l'auteur se servoit, fussent ramenés à nos poids et mesures actuellement adoptés, et il m'indiqua, comme devant me servir de guide dans cette conversion, la table des rapports réciproques entre les poids et mesures de France et d'Angleterre, qui se trouve jointe au premier volume de la Bibliothèque britannique. Cette réduction, dont la nécessité se reproduisoit à chaque instant, étoit assez embarrassante, en ce que l'auteur emploie les deux espèces de poids anglais, le *troy* et l'*avoirdupois*, tantôt en les désignant spécialement, et tantôt

en négligeant ce soin. Dans plusieurs cas même, les poids cités sont les poids français, et quelquefois sans que cela soit indiqué ; et ce qui ajoutoit encore à la difficulté, c'est que l'auteur lui-même n'a pu éviter de se tromper plus d'une fois dans les calculs, souvent laborieux, qu'a exigés sa méthode scrupuleuse et détaillée. Cependant les deux premiers volumes de la traduction étoient déja livrés à l'impression, lorsqu'on y reconnut des inexactitudes et même des fautes graves, qui n'avoient pu qu'être échappées à une attention trop fortement tendue sur un travail long et assujettissant. M. Berthollet eut la complaisance de m'envoyer le volume de l'ouvrage de M. Tibérius Cavallo, intitulé : *The Elements of natural or experimental Philosophy*, où se trouvent des évaluations de poids et mesures plus complètes que celles de la table de la Bibliothèque britannique, et d'ailleurs rapportées à notre système métrique. La rectification

des erreurs et la révision des calculs eussent été pour moi un surcroît très-pénible de travail, et il en seroit nécessairement résulté beaucoup de retard dans la continuation de l'impression de l'ouvrage, si M. Chompré, avec qui j'étois alors en société de travaux et d'expériences galvaniques, n'eût été porté, par le zèle qui l'anime pour les sciences et par l'amitié qui nous lie, à m'offrir à cet égard son secours. C'est par l'examen qu'il a fait de tous les calculs, avec une patience dont je me plais à lui exprimer ici ma reconnoissance, que ces calculs ont été redressés et sont devenus exacts.

En comparant les rapports entre les poids de France et d'Angleterre donnés dans la table insérée dans le premier volume de la Bibliothèque britannique, avec ceux qui ont été établis par M. Cavallo, M. Chompré reconnut que dans la table de la Bibliothèque britannique il s'étoit

glissé des erreurs dans le rapport de l'once *troy* à l'once poids de marc, et de celle-ci à l'once *troy*. Cette découverte d'erreurs, qui servoient en partie d'excuse aux miennes, mais qui pouvoient par la suite donner lieu à en commettre d'autres, détermina M. Chompré à former lui-même, et principalement d'après les valeurs de M. Tibérius Cavallo, des tables de réduction des mesures et poids d'Angleterre aux mesures et poids de France. Ces tables, dans lesquelles M. Chompré ne s'est pas borné à présenter les valeurs anglaises et celles du système métrique français, mais qui comprennent aussi les valeurs correspondantes des anciens poids et mesures de France, cités souvent par les chimistes anglais, et en outre les poids de quelques gaz, et la comparaison des échelles des trois thermomètres les plus usités; ces tables, dis-je, ont été publiées dans le 66e. volume des Annales de chimie. On a pensé qu'il seroit utile de les placer en

tête de cet Ouvrage, comme offrant les véritables rapports qui, dans la traduction, ont servi de base aux conversions des poids et mesures.

Ainsi les fautes qui ont pu échapper soit à l'Auteur soit au Traducteur, dans des calculs fatigans, ont donné lieu à la formation de tables exactes, qui deviendront d'une utilité réelle pour la science.

Il me reste à observer

1°. Que par l'abréviation *Mém. par.* (et quelquefois, par erreur, *Mém. part.*) qui se trouve assez fréquemment dans les citations au bas des pages, il faut entendre *Mémoires* de l'Académie des sciences de *Paris*.

2°. Qu'ayant dû, par divers motifs, hâter la publication de cette traduction, je me suis souvent dispensé de la révision, utile

sans doute, mais très-minutieuse, de la ponctuation. L'intelligence des lecteurs y suppléera. J'ai cru devoir me borner à noter dans les *errata* celles des ponctuations vicieuses qui m'ont paru altérer le sens ou le rendre obscur.

TABLES DE RÉDUCTION

Des Mesures et Poids d'Angleterre, aux Mesures et Poids de France,

PAR M. N. M. CHOMPRÉ.

Les petites tables qui suivent donnent les valeurs, et leurs produits par 1,2,3,.... 9, des mesures et des poids les plus communément énoncés dans les écrits des chimistes anglais. Ces valeurs sont tirées principalement de l'ouvrage de M. Tibérius Cavallo, intitulé : *The Elements of natural or experimental Philosophy*, Londres, 1803.

On a compris dans ces tables, non-seulement les valeurs anglaises et celles du système métrique français, mais encore les valeurs correspondantes des anciens poids et mesures de France, souvent citées par les chimistes anglais. On a aussi ajouté, comme expressions d'un usage fréquent, les poids de quelques gaz, et les comparaisons des échelles des trois thermomètres les plus usités. Il peut

être commode d'avoir ces diverses réductions rassemblées en quelques pages.

Voici les évaluations qu'on a prises pour bases des calculs.

1°. 10 pieds d'Angleterre égalent 9.383 pieds de France, (Tib. Cavallo).

2°. Le mètre = 0.513074 toises, (*Méc. céleste*, tom. II, p. 145).

3°. L'once de France = 472.49 grains *troy*, (Tib. Cavallo).

4°. Le kilogramme = 18827.15 grains, poids de marc, (Lefevre-Gineau, Journal de Physique, tom. XLIX); ce qui donne, à très-peu-près, 53.114 milligrammes, pour la valeur du grain, poids de marc.

Ces tables ont été imprimées dans les Annales de Chimie (31 mai 1808). Elles sont reproduites ici après une révision scrupuleuse : les valeurs métriques y sont portées à une plus grande approximation, et quelques explications y sont plus développées.

I.

Valeurs, en lignes de France et en millimètres, de la ligne d'Angleterre, de son carré, de son cube, et de leurs multiples par 1, 2, 3..... 9.

LIGNE ANGLAISE.	PREMIÈRE PUISSANCE.		CARRÉ.		CUBE.	
	Lignes françaises.	Millimètres.	Lig. franç. carrées.	Millim. carrés.	Lig. franç. cub.	Millim. cubes.
1 =	0.9383	= 2.1166	0.88041	= 4.47999	0.8261	= 9.4823
2	1.8766	4.233	1.76082	8.96	1.6522	18.965
3	2.8149	6.350	2.64123	13.44	2.4783	28.447
4	3.7533	8.466	3.52164	17.92	3.3044	37.929
5	4.6916	10.583	4.40205	22.40	4.1305	47.412
6	5.6299	12.700	5.28246	26.88	4.9566	56.894
7	6.5682	14.816	6.16287	31.36	5.7827	66.376
8	7.5065	16.933	7.04328	35.84	6.6088	75.859
9	8.4448	19.049	7.92369	40.32	7.4349	85.341

On a de même :

Mesures anglaises.			Mesures françaises.
1 Pouce	=	0.9383	Pouce.
1 Pied.........			Pied.
1 Pouce carré ..	=	0.88041	Pouce carré.
1 Pied carré....			Pied carré.
1 Pouce cube...	=	0.8261	Pouce cube.
1 Pied cube			Pied cube.

2.

Valeur métrique du pouce anglais, de son carré et de son cube.

Pouce anglais.	PREMIÈRE puissance.	CARRÉ.	CUBE.
	Millimètres.	Millim carrés.	Centim. cubes
1.....	25.3997	645.14476	16.38648
2.....	50.799	1290.290	32.773
3.....	76.199	1935.434	49.159
4.....	101.599	2580.579	65.546
5.....	126.999	3225.724	81.932
6.....	152.398	3870.869	98.319
7.....	177.798	4516.013	114.705
8.....	203.198	5161.158	131.092
9.....	228.597	5806.303	147.478

3.

Valeur métrique du pied anglais, de son carré et de son cube.

Pied anglais.	PREMIÈRE puissance.	CARRÉ.	CUBE.
	Millimètres.	Centim. carrés.	Décim. cubes
1.....	304.796	929.006	28.31573
2.....	609.592	1858.012	56.631
3.....	914.388	2787.018	84.947
4.....	1219.184	3716.024	113.263
5.....	1523.980	4645.030	141.579
6.....	1828.776	5574.036	169.894
7.....	2133.572	6503.042	198.210
8.....	2438.368	7432.048	226.526
9.....	2743.164	8361.054	254.842

1 centimètre = 0.369413 pouces français = 0.393710 pouces anglais.

1 centimètre carré = 0.136466 pouces français carrés = 0.155008 pouces anglais carrés.

1 centimètre cube = 0.050412 pouces français cubes = 0.061028 pouces anglais cubes.

Le *fathom* = 6 pieds anglais = 5,6298 pieds français = 1.829 mètres.

L'*yard* = 3 pieds anglais.

Le mille anglais = 1 kilomètre 608.837 mètres.

Le mille anglais carré = 2 kilomètres carrés 58.8357 hectomètres carrés.

Le mille anglais cube = 4 kilomètres cubes 164.2446 hectomètres cubes.

4.

Valeur du grain troy.

(24 gr. troy = 1 *penny-weight*; 480 grains troy = 1 once.)

GRAIN TROY.	GRAIN poids de marc.	Même valeur en milligrammes.	POIDS CORRESPONDANT Pour les po. cub. franc.	Pour le décim. cub.
		Milligram.	Milligram.	Milligram.
1..	= 1.219	= 64.74	78.568	39.507
2..	2.438	129.48	156.736	79.014
3..	3.657	194.22	235.104	118.521
4..	4.876	258.96	313.472	158.028
5..	6.095	323.70	391.840	197.535
6..	7.314	388.44	470.208	237.042
7..	8.533	453.18	548.576	276.549
8..	9.753	517.92	626.944	316.056
9..	10.972	582.66	705.312	355.563

Voici l'usage des 4ᵉ. et 5ᵉ. colonnes de cette

table. Si, dans la traduction d'un ouvrage anglais, on veut, à un volume quelconque, par exemple à 100 pouces cubes anglais et à leurs divisions, pesant un nombre donné de grains troy, substituer 100 pouces cubes français et leurs divisions correspondantes, ou 1 décimètre cube (= 1000 centim. cubes) et ses divisions correspondantes, alors on aura, par la 4e, ou la 5e. colonne, les poids en milligrammes, qu'il faut employer au lieu des poids en grains troy énoncés dans l'ouvrage anglais.

Par exemple, si 100 pouces cubes anglais d'un gaz pèsent un grain troy, ou 64.74 milligrammes, la 1re. ligne de la 4e. colonne de la table donne 78.368 milligrammes pour le poids de 100 pouces cubes français; et la 5e. colonne donne 39.507 milligrammes pour le poids du décimètre cube de ce même gaz.

De même, si 20 pouces cubes anglais d'un gaz pèsent 5 grains troy, ou 323.70 milligram. (1re. et 3e. colonnes), on voit, par la table, que le poids de 20 pouces cubes français de ce gaz est, en milligrammes, 391.840, nombre qui, dans la 4e. colonne, correspond à 5 grains troy; et que le poids de 200 centimètres cubes du même gaz est de 197.535 milligrammes, nombre qui, dans la 5e. colonne, correspond aussi à 5 grains troy.

Et réciproquement, si 5 grains troy d'un gaz donnent en volume 20 pouces cubes anglais, les 4e. et 5e. colonnes de la table indiquent que pour avoir en volume 20 pouces cubes français de ce gaz, il en faut en poids 391.840 milligrammes, et qu'il n'en faut que 197.535 milligrammes, pour avoir un volume de 200 centimètres cubes.

5.

Valeur du grain poids de marc, ou grain français.

Grain poids de marc.	Grain troy.	Même valeur en milligrammes.	Poids correspondant — Pour les po. cub. angl	Poids correspondant — Pour le décim. cube.
		milligram.	Milligram.	Milligram.
1...	=0.8203	= 53.11	43.874	26.774
2...	1.6406	106.22	87.748	53.548
3...	2.4609	159.33	131.623	80.322
4...	3.2812	212.44	175.497	107.096
5...	4.1015	265.55	219.371	133.870
6...	4.9218	318.66	263.245	160.644
7...	5.7421	371.77	307.119	187.418
8...	6.5624	424.88	350.993	214.192
9...	7.3827	477.99	394.868	240.966

On voit par l'explication à la suite de la table n°. 4, sur l'usage des 4e. et 5e. colonnes de cette table, quel est l'usage analogue des 4e. et 5e. colonnes de la table n°. 5.

Si 20 pouces cubes français d'un gaz pèsent 5 grains français, ou 265.55 milligrammes, 20 pouces cubes anglais de ce gaz pèsent 219.571 milligr., et 200 centimètres cubes du même gaz pèsent 133.870 milligrammes.

6.

Valeur de l'once troy (= 480 grains troy).

ONCE TROY.	VALEUR EN ONCES DE FRANCE. Onces.	Grains.	VALEUR EN GRAMMES.
1......	= 1	9.155	= 31.078
2......	2	18.310	62.155
3......	3	27.466	93.233
4......	4	36.621	124.310
5......	5	45.776	155.388
6......	6	54.931	186.465
7......	7	64.087	217.543
8......	8	73.242	248.621
9......	9	82.397	279.698
10......	10	91.552	310.776
11......	11	100.708	341.853
12......	12	109.863	372.931

L'once poids de marc ou l'once de France = 472.49 grains troy = 30.572 grammes.

Nota. Dans la table n°. 1, des rapports entre les poids de France et d'Angleterre, insérée dans le 1er. volume de la *Bibliothèque britannique*, il s'est glissé une erreur sur le rapport de l'once troy à l'once poids de marc ; rapport qu'on y suppose de 1000 à 1210, c'est-à-dire à-peu-près égal au rapport réel du grain poids de marc au grain troy, (Voy. la table n°. 4 ci-dessus). L'once troy est à l'once poids de marc :: 10000 : 9844.

L'erreur inverse a lieu de même, dans la table de la Bibliothèque britannique, sur le rapport de l'once poids de marc à l'once troy. L'once poids de marc est à l'once troy :: 10000 : 10188.

7.

Valeur, en grammes, de la livre ou pound *troy* (= 12 onces troy = 5760 grains troy).

Livre troy.	Grammes.
1	= 372.931
2	745.862
3	1118.793
4	1491.724
5	1864.655
6	2237.586
7	2610.517
8	2983.448
9	3356.379

Le poids troy (troy-weight) est en usage en Angleterre pour les marchandises et les objets de prix, ou dont la pesée exige de la précision. Les pharmaciens font aussi usage de la livre troy et de l'once troy, pour le débit des drogues. Leur poids (*apothecary weight*) ne diffère du *troy-weight* que par plus de sous-divisions. Ils divisent l'once troy en 8 *drams* ou 24 *scruples* ou 480 grains troy (1).

(1) La livre des apothicaires, ou livre médicinale, de Nuremberg, en usage dans toute l'Allemagne, se divise de

Ainsi leur *scruple* = 20 grains troy = 1.295 grammes, et leur *dram* = 3.884 grammes.

---

même en 12 onces, et l'once en 8 drachmes = 24 scrupules = 480 grains de Nuremberg.

Le grain de Nuremberg = 17.434635416 *richt pfenning.* Le grain de France = 14.90104 richt pfenning. Ainsi le gramme, ou 18.82715 grains de France, = 16.091022756 grains de Nuremberg = 280.544115236 richt pfenning.

Le grain de Nuremberg est donc plus foible que le grain troy, à-peu-près dans le rapport de 15.447 (valeur du gramme en grains troy) à 16.091, ou de 96 à 100.

8.

Valeur, en grammes, de la livre avoirdupoize *ou* avoirdupois *et de ses divisions.*

La livre ou *pound* avoirdupoize = 7004 grains troy; l'once = 437.5 grains troy; le dram = 27.34375 grains troy; 112 liv. avoirdupoize = 1 quintal = 4 *quarters* = 8 *stones*. (Ce poids sert pour les métaux communs, les épiceries, les ballots, etc.)

Livre avoirdupoize.	Valeur en grammes.	Once avoirdupoize.	Valeur en grammes.	Dram avoirdupoize.	Valeur en grammes.
1..	= 453.439	1..	= 28.340	1..	= 1.771
2..	906.878	2..	56.680	2..	3.543
3..	1360.317	3..	85.020	3..	5.314
4..	1813.756	4..	113.360	4..	7.085
5..	2267.195	5..	141.700	5..	8.856
6..	2720.634	6..	170.040	6..	10.627
7..	3174.073	7..	198.380	7..	12.399
8..	3627.512	8..	226.720	8..	14.170
9..	4080.951	9..	255.060	9..	15.941
10..	4534.390	10..	283.400	10..	17.713
20..	9068.779	11..	311.740	11..	19.484
30..	13603.169	12..	340.080	12..	21.255
40..	18137.558	13..	368.420	13..	23.026
50..	22671.948	14..	396.760	14..	24.798
100..	45343.896	15..	425.100	15..	26.569
200..	90687.792	16..	453.440	16..	28.340

9.

Valeur du kilogramme, en livres avoirdupoize. (Le kilogramme = 15444.0234 grains troy, *Tib. Cavallo*).

KILOGRAMME.	AVOIRDUPOIZE.		
	Livre.	Once.	Dram.
1.......	= 2	3	4.53
2.......	4	6	9.06
3.......	6	9	13.59
4.......	8	13	2.12
5.......	11	0	6.65
6.......	13	3	11.18
7.......	15	6	15.71
8.......	17	10	4.24
9.......	19	13	8.77
10.......	22	0	13.30
20.......	44	1	10.60
30.......	66	2	7.90
40.......	88	3	5.20
50.......	110	4	2.50
100.......	220	8	5.00

10.

Rapport du pint *(de vin) au litre.*

Le *pint* de bière à Londres = 35.25 pouces cubes anglais ; le pint de vin = 28.875 pouces cubes anglais. C'est ce dernier pint qu'on désigne, lorsqu'il n'y a pas d'explication contraire.

Pint.	Litre.	Litre.	Pint.
1....	= 0.473	1....	= 2.114
2....	0.946	2....	4.227
3....	1.419	3....	6.341
4....	1.892	4....	8.454
5....	2.366	5....	10.568
6....	2.839	6....	12.681
7....	3.312	7....	14.795
8....	3.785	8....	16.908
9....	4.258	9....	19.022

2 pints = 1 quart.

4 quarts = 1 gallon.

Le litre = 61 pouces cubes anglais = 1 décimètre cube.

Le volume de l'*once-mesure* anglaise (ou de l'once-troy d'eau) = 1.898 pouces cubes anglais = 31.102 centimètres cubes.

II.

Poids de différens gaz, suivant Lavoisier, d'après ses expériences, et, pour les trois derniers, d'après celles de Kirwan.

Le thermomètre centigrade à 12°.50, et le baromètre à 758 millimètres.

GAZ.	POIDS EN GRAINS de 100 po. cub. franç.	MÊME POIDS en grammes.	POIDS EN GRAMMES de 100 po. cub. ang.	POIDS EN GRAMMES du décim. cube.
Air atmosphérique.......	46.005	2.4433	2.0182	1.23171
Gaz azote..............	44.444	2.3604	1.9499	1.18992
Gaz oxigène............	50.694	2.6944	2.2258	1.35830
Gaz hydrogène..........	3.539	0.18796	0.15527	0.094754
Gaz acide carbonique....	68.985	3.6638	3.02667	1.84698
Gaz nitreux............	54.690	2.90459	2.39948	1.46427
Gaz ammoniac..........	27.448	1.45776	1.2043	0.73489
Gaz acide sulfureux......	103.820	5.51388	4.6582	2.77966

12.

Comparaison du thermomètre de Fahrenheit, avec le thermomètre de Réaumur et le thermomètre centigrade; à partir de — 13° Fahrenheit = — 25° centig. = — 20° Réaumur.

Th. de F.	Therm. centig.	Th. de R.	Th. de F.	Therm. centig.	Th. de R.
— 13°	—25°	—20°	+ 13°	—10° 56	— 8°.44
12	24.44	19.56	14	10.	8.
11	23.89	19.11	15	9.44	7.56
10	23.33	18.67	16	8.89	7.11
9	22.78	18.22	17	8.33	6.67
8	22.22	17.78	18	7.78	6.22
7	21.67	17.33	19	7.22	5.78
6	21.11	16.89	20	6.67	5.33
5	20.56	16.44	21	6.11	4.89
4	20.	16.	22	5.56	4.44
3	19.44	15.56	23	5.	4.
2	18.89	15.11	24	4.44	3.56
1	18.33	14.67	25	3.89	3.11
0	17.78	14.22	26	3.33	2.67
+ 1	17.22	13.78	27	2.78	2.22
2	16.67	13.33	28	2.22	1.78
3	16.11	12.89	29	1.67	1.33
4	15.56	12.44	30	1.11	0.89
5	15.	12.	31	0.56	0.44
6	14.44	11.56	32	0.	0.
7	13.89	11.11	33	+ 0.56	+ 0.44
8	13.33	10.67	34	1.11	0.89
9	12.78	10.22	35	1.67	1.33
10	12.22	9.78	36	2.22	1.78
11	11.67	9.33	37	2.78	2.22
12	11.11	8.89	38	3.33	2.67

Th. de F.	Therm. centig.	Th. de R.	Th. de F.	Therm. centig.	Th. de R.
+ 39°	+ 3°.89	+ 3°.11	+ 73°	+22°.78	+18°.22
40	4.44	3.56	74	23.33	18.67
41	5.	4.	75	23.89	19.11
42	5.56	4.44	76	24.44	19.56
43	6.11	4.89	77	25.	20.
44	6.67	5.33	78	25.56	20.44
45	7.22	5.78	79	26.11	20.89
46	7.78	6.22	80	26.67	21.33
47	8.33	6.67	81	27.22	21.78
48	8.89	7.11	82	27.78	22.22
49	9.44	7.56	83	28.33	22.67
50	10.	8.	84	28.89	23.11
51	10.56	8.44	85	29.44	23.56
52	11.11	8.89	86	30.	24.
53	11.67	9.33	87	30.56	24.44
54	12.22	9.78	88	31.11	24.89
55	12.78	10.22	89	31.67	25.33
56	13.33	10.67	90	32.22	25.78
57	13.89	11.11	91	32.78	26.22
58	14.44	11.56	92	33.33	26.67
59	15.	12.	93	33.89	27.11
60	15.56	12.44	94	34.44	27.56
61	16.11	12.89	95	35.	28.
62	16.67	13.33	96	35.56	28.44
63	17.22	13.78	97	36.11	28.89
64	17.78	14.22	98	36.67	29.33
65	18.33	14.67	99	37.22	29.78
66	18.89	15.11	100	37.78	30.22
67	19.44	15.56	101	38.33	30.67
68	20.	16.	102	38.89	31.11
69	20.56	16.44	103	39.44	31.56
70	21.11	16.89	104	40.	32.
71	21.67	17.33	105	40.56	32.44
72	22.22	17.78	106	41.11	32.89

Th. de F	Therm. centig.	Th. de R.	Th. de F.	Therm. centig.	Th. de R.
+ 107°	+41°.67	+33°.33	+ 141°	+60°.56	+48°.44
108	42.22	33.78	142	61.11	48.89
109	42.78	34.22	143	61.67	49.33
110	43.33	34.67	144	62.22	49.78
111	43.89	35.11	145	62.78	50.22
112	44.44	35.56	146	63.33	50.67
113	45.	36.	147	63.89	51.11
114	45.56	36.44	148	64.44	51.56
115	46.11	36.89	149	65.	52.
116	46.67	37.33	150	65.56	52.44
117	47.22	37.78	151	66.11	52.89
118	47.78	38.22	152	66.67	53.33
119	48.33	38.67	153	67.22	53.78
120	48.89	39.11	154	67.78	54.22
121	49.44	39.56	155	68.33	54.67
122	50.	40.	156	68.89	55.11
123	50.56	40.44	157	69.44	55.56
124	51.11	40.89	158	70.	56.
125	51.67	41.33	159	70.56	56.44
126	52.22	41.78	160	71.11	56.89
127	52.78	42.22	161	71.67	57.33
128	53.33	42.67	162	72.22	57.78
129	53.89	43.11	163	72.78	58.22
130	54.44	43.56	164	73.33	58.67
131	55.	44.	165	73.89	59.11
132	55.56	44.44	166	74.44	59.56
133	56.11	44.89	167	75.	60.
134	56.67	45.33	168	75.56	60.44
135	57.22	45.78	169	76.11	60.89
136	57.78	46.22	170	76.67	61.33
137	58.33	46.67	171	77.22	61.78
138	58.89	47.11	172	77.78	62.22
139	59.44	47.56	173	78.33	62.67
140	60.	48.	174	78.89	63.11

Th. de F.	Therm. centig.	Th. de R.	Th. de F.	Therm. centig.	Th. de R.
+ 175°	+79°.44	+63°.56	+ 194°	+90°	+72°
176	80.	64.	195	90.56	72.44
177	80.56	64.44	196	91.11	72.89
178	81.11	64.89	197	91.67	73.33
179	81.67	65.33	198	92.22	73.78
180	82.22	65.78	199	92.78	74.22
181	82.78	66.22	200	93.33	74.67
182	83.33	66.67	201	93.89	75.11
183	83.89	67.11	202	94.44	75.56
184	84.44	67.56	203	95.	76.
185	85.	68.	204	95.56	76.44
186	85.56	68.44	205	96.11	76.89
187	86.11	68.89	206	96.67	77.33
188	86.67	69.33	207	97.22	77.78
189	87.22	69.78	208	97.78	78.22
190	87.78	70.22	209	98.33	78.67
191	88.33	70.67	210	98.89	79.11
192	88.89	71.11	211	99.44	79.56
193	89.44	71.56	212	100.	80.

INTRODUCTION,

PAR M. C. L. BERTHOLLET.

M. THOMAS THOMSON fit paroître en 1803 son Système de Chimie : cet ouvrage eût un tel succès, qu'une année s'étoit à peine écoulée, qu'il fut obligé d'en donner une seconde édition qui fut elle-même bientôt épuisée.

Le mérite de cet ouvrage m'inspira le desir d'en procurer une traduction aux chimistes français. J'écrivis donc, il y a plus de deux ans, à un savant, compatriote de M. Thomson, pour qu'il lui demandât s'il se proposoit de faire des additions à sa seconde édition. M. Thomson me fit avertir qu'il en préparoit une nouvelle qui seroit beaucoup plus complète que les précédentes, et il eut la bonté de m'offrir de m'envoyer les volumes à mesure qu'ils sortiroient de la presse ; c'est ce qu'il a fait ; et il a mis dans ses procédés une bienveillance dont je me fais un devoir de lui faire un remerciment public.

Je ne pouvois moi-même entreprendre une traduction si pénible, et il n'étoit pas facile de rencontrer un savant qui fût en état de

rendre avec exactitude un ouvrage de si longue haleine, et qui suppose des connoissances si variées. Heureusement M. Riffault qui s'étoit déja exercé avec succès dans ce genre de travail, s'est trouvé disposé à se charger de cette tâche honorable; il s'est sur-tout efforcé de rendre avec clarté le texte pur de l'auteur; et pour éviter les difficultés qui pourroient naître de la différence des poids et des mesures, il en a fait la réduction en nos poids et mesures.

L'ouvrage de M. Thomson est un tableau fidèle des connoissances chimiques. L'auteur en trace une histoire exacte; mais son érudition est choisie; elle ne présente que ce qu'il y a d'utile et d'intéressant à connoître dans la succession des travaux qui ont contribué aux progrès de la chimie.

Ce qui le caractérise particulièrement, c'est que Thomson ne se borne pas aux objets qui concernent la composition et la décomposition des corps; mais qu'il embrasse toute cette partie de la physique qui envisage les propriétés des corps, indépendamment de la combinaison, qui a des rapports avec la chimie, plus intimes de jour en jour, et qu'il n'est plus convenable de considérer comme une science qui en est isolée.

Après avoir tracé l'histoire des découvertes, et décrit les procédés sur lesquels elles sont établies, il discute avec sagacité les théories qui en ressortent, et il éclaircit souvent, par ses propres expériences, celles qui sont encore douteuses.

Il a réduit en tableaux tous les résultats des observations et des expériences, qu'il compare ensuite entre eux, en développant les causes des différences qui se trouvent dans ces résultats, et en désignant ceux qui méritent le plus de confiance; en sorte que, d'un coup d'œil, le chimiste qui s'occupe d'une recherche particulière, peut choisir les données dont il a besoin, et reconnoître le terme où se sont arrêtés ceux qui l'ont précédé.

Cependant on ne doit pas s'attendre à partager toujours les opinions de l'auteur, quelque bien établies qu'elles soient en général. Une partie des connoissances chimiques est appuyée sur des faits qui sont en trop petit nombre ou qui ne portent pas encore le caractère d'une exactitude assez grande, ou qui dérivent de causes trop compliquées, pour qu'on puisse se mettre à l'abri de toute discussion

Il est même des hypothèses qui ne sortiront

pas de l'ordre des conjectures, et dont on doit se contenter d'assigner la probabilité. Ce sont sur-tout celles qui ont pour objet les fluides impondérables dont on suppose l'existence, pour rendre raison de plusieurs phénomènes. L'essentiel, pour lors, est de bien observer les effets qu'on attribue à leur action, et de bien établir les lois auxquelles cette action est soumise.

Mais il faut distinguer les vérités qui sont bien établies par l'expérience, et qui composent par leur réunion le tronc de la science, de ces rameaux qui seront flottans jusqu'à ce qu'ils aient pu acquérir assez de vigueur; et il faut exclure, comme parasites, ces expériences indigestes, ces hypothèses irréfléchies, qui pullulent malheureusement, mais qui tombent bientôt dans l'oubli.

La chimie a un attrait qui lui est propre, parce que non-seulement elle donne la clef de l'explication des phénomènes naturels; mais qu'elle produit des substances, des propriétés, des phénomènes nouveaux, qu'elle en fait des applications utiles ou brillantes, et que ses créations deviennent elles-mêmes des instrumens de découvertes ultérieures.

Aussi, depuis que M. Thomson a mis au jour la troisième édition de son ouvrage, il s'est fait

plusieurs recherches qui méritent de tenir une place distinguée dans le tableau des connoissances chimiques, et à en juger par l'émulation de toute l'Europe, on doit espérer que les progrès de cette science ne se rallentiront pas. M. Riffault se propose de traduire les additions successives dont M. Thomson ne manquera pas d'enrichir son ouvrage, de manière qu'elles fassent suite à cette édition, et que ceux qui l'auront acquise, puissent joindre les supplémens à l'ouvrage, tel qu'il paroît. En attendant ces supplémens, je vais donner une esquisse des acquisitions que la science a faites depuis que l'original est imprimé; esquisse imparfaite, et que je n'ai pu coordonner avec l'ouvrage, parce que privé de l'original, je n'ai pu consulter les derniers volumes de la traduction.

Les phénomènes que présentent l'élévation et l'abaissement des liquides dans des tubes capillaires, ont singulièrement exercé la sagacité des physiciens; mais les explications diverses qu'ils en ont données, ne peuvent être considérées que comme des hypothèses plus ou moins insuffisantes. M. Laplace (1) est enfin parvenu à soumettre tous ces phénomènes à un calcul mathématique, qui fait connoître

(1) Supp. à la Méc. cél.

leur véritable rapport, et explique jusqu'à leurs variétés les plus bisarres. Voici un abrégé très-succinct de sa théorie.

Tous les corps sont composés de molécules matérielles qui s'attirent entre elles. Il ne s'agit point ici de cette attraction réciproque au carré des distances qui règle les mouvemens des corps célestes; mais de ces attractions qui ne s'exercent qu'à de très-petites distances, et qui constituent les affinités chimiques. Les lois de ces dernières sont inconnues; on ignore si elles sont les mêmes pour tous les corps, ou si elles sont différentes; mais les faits prouvent évidemment que leur intensité décroît toujours avec une rapidité extrême, à mesure que la distance augmente. Ce principe simple et non contesté, est la base de toute la théorie de M. Laplace.

En vertu de ce principe, M. Laplace démontre que tous les corps doivent exercer à leur surface une force attractive, dirigée de dehors en dedans. L'intensité de cette attraction est différente pour un même corps, selon la forme de la surface qui le termine. Un cylindre terminé par une surface concave, comme le petit cylindre d'eau qui s'élève dans un tube capillaire de verre, attire moins que ne feroit un cylindre terminé par un plan : c'est le

contraire, si la surface est convexe, comme celle du mercure, dans un tube de verre, l'attraction dans le tube est plus forte que si la surface étoit plane. Les différences de ces actions à celles du plan, sont réciproques au diamètre du tube; mais leur intensité n'est pas la même pour tous les fluides. Ces résultats ne dépendent nullement de la loi de décroissement de la force attractive; il suffit que le décroissement soit rapide, pour qu'ils aient lieu, et l'on a vu que cette rapidité est le caractère propre de ce genre d'attraction.

D'après cela, il est facile d'expliquer l'ascension de l'eau dans les tubes capillaires : le liquide extérieur étant de niveau, est pressé de dehors en dedans par la force que détermine une surface plane. Le fluide intérieur au tube est pressé de la même manière, par une force moindre, puisque la surface est concave. Il faut donc, pour l'équilibre, que l'eau s'élève dans le tube, jusqu'à une certaine hauteur, afin que la colonne élevée supplée par son poids à la différence des deux attractions.

Ces élévations et ces abaissemens, pour un même fluide et pour des tubes de même matière, seront réciproques aux diamètres

des tubes, comme le sont les différences d'attractions qu'ils représentent.

C'est le rapport des intensités des forces attractives du tube et du liquide, qui détermine la concavité ou la convexité de la surface, et par suite, l'élévation ou l'abaissement du fluide. Il y a convexité, lorsque le double de la force attractive du tube sur le liquide, est moindre que l'attraction du liquide sur lui-même. Si au contraire, cette dernière est plus foible que le double de l'autre, il y a concavité. Enfin, si la force attractive du tube sur le liquide, surpasse celle du liquide sur lui-même, une lame très-mince du liquide adhère aux parois du tube, et y forme un tube intérieur qui seul élève alors le liquide dont la surface devient concave et hémisphérique ; ce cas est celui de l'eau, de l'alcool et des huiles, dans un tube de verre.

Laplace soumet à la même théorie, et explique d'une manière analogue les phénomènes qui ont lieu dans des tubes, entre des liquides surperposés, le mouvement et les états d'équilibre d'une goutte liquide, comprise entre deux plans de glace et les attractions et les répulsions apparentes de petits corps qui nagent sur l'eau, la forme que prennent les gouttes de liquide, et l'adhésion de disques solides

sur leur surface. Quand nous disons que Laplace explique ces phénomènes, nous entendons qu'il les déduit par le calcul de la seule existence de la force attractive, et qu'il développe ainsi les rapports qui les unissent, rapports qui, ensuite vérifiés par l'expérience, se trouvent toujours exacts. C'est le grand avantage des théories mathématiques, de réunir ainsi les phénomènes qui semblent d'abord les plus éloignés les uns des autres, et cet avantage leur appartient exclusivement.

La force attractive qui produit les phénomènes capillaires, est la véritable source des affinités chimiques; mais dans les premiers, elle ne paroît que par ses différences, en raison des variations que produisent sur elles la différente courbure des surfaces par lesquelles les corps sont terminés; au lieu que dans les affinités chimiques, c'est l'attraction propre et en quelque sorte individuelle des particules, qui agit directement avec toute son énergie, et sans modification.

En développant cette idée profonde, Laplace est conduit à considérer l'état solide, comme celui qui résulte de l'action attractive des particules modifiées par leur figure, qui peut la rendre beaucoup plus puissante sur certaines faces que sur d'autres. Si par la force expansive

du calorique, ou par une autre cause quelconque, les molécules du corps s'écartent davantage entre elles, la force attractive exerce encore son influence; mais les modifications qu'y apportent la figure des molécules, deviennent insensibles à cause de la distance; car l'effet de ces modifications doit décroître beaucoup plus rapidement que la force attractive, de même que dans les phénomènes célestes, qui dépendent de la figure des planètes, tels que la précession des équinoxes. Cette influence décroît en raison du cube de la distance, tandis que celle de l'attraction même décroît seulement comme le carré. Enfin, en suivant ces idées, l'état gazeux paroît être celui dans lequel les molécules se trouvent déja à une assez grande distance, pour que ni l'influence de leur figure, ni leur attraction réciproque, n'aient plus d'effet sensible; de sorte qu'elles soient simplement tenues en équilibre par la force élastique de la chaleur. Dans le premier cas, lorsque le corps est solide, sa résistance à tous les changemens d'état est la plus grande possible. Les molécules, tant soit peu écartées de leur position d'équilibre, tendent à y revenir sans cesse; et c'est là le système d'un équilibre stable. Si le corps est liquide, l'influence de

la figure étant devenue insensible, les molécules retrouvent, dans toute leur position, les mêmes forces, les mêmes états d'équilibre; elles cèdent à la pression la plus légère; c'est le cas des fluides parfaits.

A en juger par toutes les analogies, il paroît que cette force attractive des molécules les unes sur les autres est extrêmement considérable. Dans les phénomènes capillaires nous n'appercevons que les différences, mais sa valeur absolue est énorme, cette force presse perpendiculairement la surface des liquides indépendamment de leur pesanteur. Si l'on suppose que l'action de l'eau sur elle-même soit égale à celle qu'elle exerce sur la lumière, la pression qu'elle éprouve ainsi dans son intérieur seroit représentée par une colonne d'eau, dont la hauteur surpasseroit dix mille fois la distance de la terre au soleil. Il est possible que cette action soit réellement moindre, mais on voit par ce rapprochement de quel ordre on doit la supposer. Les considérations précédentes auxquelles nous sommes contraints de nous borner, deviennent entre les mains de M. Laplace la clef d'une multitude de phénomènes physiques et chimiques de la plus grande importance.

Il étoit important de comparer les effets

que la lumière produit par son affinité sur les corps comparés entre eux, dans l'état de simplicité ou dans l'état de combinaison : on doit à MM. Biot et Arago des expériences remarquables sur cet objet (1) : en voici le précis.

Pour déterminer les pouvoirs réfringens des gaz, on a fait usage d'un prisme creux terminé par deux plans de glace. Après avoir épuisé l'air intérieur au moyen de la pompe pneumatique, on introduit le gaz dont on veut observer la réfraction ; sa force élastique est indiquée par un grand manomètre communiquant au prisme ; on place l'appareil sur un pied vertical autour duquel il tourne librement, et l'on observe au cercle répétiteur les réfractions éprouvées par les rayons lumineux qui le traversent.

Connoissant ainsi les réfractions du gaz sous une pression et une température données, connoissant sa densité et son poids spécifique par des expériences préalables, on peut calculer l'action qu'il exerce sur la lumière, ou son pouvoir réfringent. On trouve ainsi les valeurs suivantes que l'on rapporte à la température de la glace fondante et à la pression

(1) Mém. de l'Inst. 1er. sem. 1806.

de 0.76 mètres, le pouvoir réfringent de l'air atmosphérique étant pris pour unité.

NATURE DU GAZ.	DENSITÉ DU GAZ, celle de l'air atmosphérique étant l'unité.	Pouvoir réfringent du gaz par rapport à leur densité, celui de l'air étant 1.
Air atmosphérique......	1.00000	1.00000
Oxigène..............	1.10359	0.86161
Azote................	0.96913	1.03408
Hydrogène............	0.07321	6.61436
Ammoniaque..........	0.59669	2.16851
Acide carbonique......	1.51961	1.00476
Hydrogène carburé.....	0.57072	2.09270
Hydrogène plus carburé que le précédent.....	0.58825	1.81860

Toutes les densités rapportées dans ce tableau sont celles qui résultent des propres expériences des auteurs.

On voit que l'oxigène est celui des gaz qui réfracte le moins à densité égale; l'hydrogène

est celui qui réfracte le plus. Parmi tous les corps solides ou liquides dont on a jusqu'à présent observé la réfraction, il n'en est aucun qui ait un pouvoir aussi réfringent que l'hydrogène, et aucun qui l'ait aussi foible que celui de l'oxigène, à l'exception du fluate de chaux qui l'a encore plus foible, comme on peut le conclure des expériences de Wollaston.

On s'est assuré par des expériences analogues aux précédentes que le pouvoir réfringent d'un même gaz est toujours exactement proportionnel à sa densité, sans que la chaleur y apporte aucune modification, si ce n'est par les variations du volume qu'elle y produit.

Si l'on calcule le pouvoir réfringent de l'air atmosphérique d'après les quantités pondérables d'oxigène et d'azote qui y entrent, en y supposant quelques millièmes d'acide carbonique, le résultat que l'on trouve diffère à peine d'un millième de celui que l'on obtient directement, soit avec le prisme, soit par les réfractions astronomiques.

Si l'on calcule de la même manière le pouvoir réfringent du gaz ammoniac d'après la composition trouvée par Berthollet, et en adoptant les proportions de ses élémens,

dont on trouvera la détermination ci-après, on trouve un résultat un peu plus foible que le pouvoir réfringent réel, la différence est à-peu-près de $\frac{1}{30}$ de la valeur totale.

Si l'on calcule de la même manière le pouvoir réfringent de l'eau liquide, le résultat est plus foible que celui donné par Newton. Toutefois la différence n'est que la 9e. partie de la valeur totale, malgré la grande quantité du calorique qui se dégage, et malgré l'énorme condensation que les deux élémens gazeux éprouvent en passant à l'état de liquidité.

Si d'après la force réfringente observée de l'acide carbonique et sa composition connue, on calcule le pouvoir réfringent du carbone, on le trouve moindre que celui de l'eau; si ensuite avec ce résultat et ces pouvoirs réfringens des gaz on calcule ceux de l'éther, de l'alcool, de l'huile d'olive et de la gomme arabique, on y trouve à-peu-près les mêmes écarts que relativement à l'eau.

Cette foible action du carbone sur la lumière est encore confirmée par les pouvoirs réfringens des gaz hydrogènes carburés. Ils sont tous beaucoup moindres que celui de l'hydrogène pur, et d'autant moindres qu'ils contiennent plus de carbone.

Maintenant si l'on compare le même pouvoir réfringent du carbone avec celui du diamant qui a été observé par Newton, ce dernier se trouve trois fois plus considérable. De là on peut présumer que le diamant n'est pas du carbone pur, mais du carbone uni à une substance qui possède une force réfringente considérable. Et quelle substance plus propre à produire cet effet que l'hydrogène, qui joint à l'intensité de son action sur la lumière une si grande affinité pour le carbone, qu'on ne parvient jamais à l'en séparer complètement? Ceci n'est qu'un soupçon, mais qui mérite d'être vérifié, et il ne peut l'être que par des expériences très-délicates.

En parlant des observations de M. Haüy sur la réfraction du soufre, et de celles de Newton sur l'acide sulfurique, on peut présumer par une analogie semblable, que le soufre contient de l'hydrogène dans l'état où nous l'avons ordinairement.

De même d'après les expériences de Newton sur le sulfate de chaux et le sulfate de barite qu'il appelle fausse topaze, il paroît présumable que la chaux et la barite exercent sur la lumière des actions très-foibles et probablement moindres que celles de l'oxigène.

Ces rapports qui existent entre les pouvoirs

réfringens des substances et ceux des principes qui les composent paroissent une preuve décisive en faveur du système de l'émission de la lumière ; car si la lumière se propageoit par des ondulations, les combinaisons des différens principes devroient modifier ces ondulations, suivant des lois excessivement compliquées, même dans les plus simples mélanges, tandis que dans ce cas, le calcul fondé sur la combinaison des principes se trouve exactement conforme aux faits.

On connoissoit la propriété que les gaz ont de dégager de la chaleur dans leur condensation et, de produire du froid, lorsqu'ils sont dilatés ; mais on ignoroit l'influence que pouvoient avoir sur ce phénomène la nature des gaz et leur densité : seulement M. Leslie avoit été conduit par quelques expériences, à conclure que tous les gaz avoient la même capacité pour le calorique.

Gay-Lussac a cherché à reconnoître (1) quels rapports existent entre les quantités de calorique qui se dégagent ou qui s'absorbent par la compression ou par la dilatation, avec la différence de densité d'un même gaz, ou avec la différente nature des gaz.

(1) Mém. de phys. et de chim. de la soc. d'Arcueil. I.

Il fait passer le gaz soumis à une compression déterminée, dans un ballon qui est vide. Et comme les gaz s'écoulent d'autant plus rapidement qu'ils sont spécifiquement plus légers, il fait varier les dimensions de l'orifice par lequel le gaz passe d'un ballon dans l'autre, pour que les tems de l'écoulement soient égaux. Enfin il note les changemens qu'éprouve dans chaque expérience un thermomètre très-sensible placé dans chaque ballon.

Ce n'est qu'avec beaucoup de réserve qu'il tire les résultats suivans de ses expériences :

« 1°. Lorsqu'un espace vide vient à être « occupé par un gaz, le calorique qui se « dégage n'est point dû au peu d'air qu'on « pourroit supposer y être resté. »

« 2°. Si l'on fait communiquer deux espaces « déterminés, dont l'un soit vide, et l'autre « plein de gaz, les variations thermométriques « qui ont lieu dans chaque espace sont « égales entre elles. »

« 3°. Pour le même gaz, ces variations « thermométriques sont proportionnelles aux « changemens de densité qu'il éprouve. »

« 4°. Les variations de température ne sont « pas les mêmes pour tous les gaz. Elles « sont d'autant plus grandes que leurs pe- « santeurs spécifiques sont plus petites. »

« 5°. Les capacités d'un même gaz pour le « calorique diminuent sous le même volume « avec sa densité. »

« 6°. Les capacités des gaz pour le calorique « sous des volumes égaux, sont d'autant plus « grandes que leurs pesanteurs spécifiques « sont plus petites. »

Le même chimiste a déterminé (1) l'espèce de décomposition qu'éprouvent l'acide sulfurique et les différens sulfates par la chaleur. Il fait voir 1°. que l'acide sulfurique qu'on fait passer en vapeur dans un tube incandescent s'y décompose, en se séparant en gaz acide sulfureux et en gaz oxigène. 2°. que lorsque les sulfates métalliques retiennent assez fortement leur acide, pour qu'ils parviennent à la température nécessaire à la décomposition, il s'en dégage également en acide sulfureux et en gaz oxigène; pendant que ceux qui l'abandonnent facilement ne donnent que de l'acide sulfurique, et que ceux qui tiennent le milieu, par l'affinité qu'ils exercent sur l'acide sulfurique, abandonnent la portion d'acide sulfurique qui peut se dégager avant une élévation suffisante de température, et qu'après cela la décomposition de l'acide en

(1) Mém. de phys. et de chim. de la soc. d'Arcueil. I.

acide sulfureux et en oxigène a lieu. 3°. que parmi les sulfates acidules à base alcaline ou terreuse, ceux qui retiennent assez fortement l'excès d'acide, ne l'abandonnent que lorsqu'il subit la décomposition, pendant que ceux qui retiennent plus foiblement cet excès le laissent se dégager dans l'état d'acide sulfurique.

Ces observations servent à expliquer plusieurs phénomènes chimiques; et l'auteur en fait des applications heureuses à ceux que présente le grillage des sulfures métalliques; mais il ne faut pas négliger la considération de la force avec laquelle l'oxigène est retenu par les métaux, et les différentes proportions dans lesquelles il peut y être retenu.

L'auteur s'est servi des proportions de gaz oxigène et de gaz sulfureux qu'il a recueillies de différentes décompositions de l'acide sulfurique, pour déterminer quelle est la proportion relative de l'oxigène dans ces deux acides : il résulte de ses observations, qu'en adoptant la composition de l'acide sulfurique donnée par M. Klaproth, l'acide sulfureux est composé de 100 parties de soufre et de 91.68 d'oxigène, pendant que l'acide sulfurique l'est de 100 de soufre et de 136.40 d'oxigène.

On trouvera dans cet ouvrage une exposition

élégante d'une hypothèse ingénieuse de Dalton, par laquelle il explique les proportions constantes que l'on observe dans les élémens de quelques combinaisons. Selon Dalton, les élémens des corps sont disposés à s'unir atôme à atôme, et si l'un des élémens est en excès, cet excès suit un rapport qui doit être exprimé par quelque multiple simple du nombre de ces atômes ; en comparant ensuite les pesanteurs spécifiques des élémens d'une combinaison dans laquelle il suppose que la combinaison d'un atôme s'est faite avec un autre atôme, il détermine la densité relative de ces atômes mêmes.

Cette hypothèse donne l'explication d'un phénomène dont la cause a été jusqu'ici très-obscure; mais plus elle est séduisante, plus elle exige qu'on la soumette à un examen attentif.

Thomson a fait avec impartialité l'application de cette hypothèse à plusieurs faits propres à la vérifier ; et depuis la publication de son ouvrage, il a fait des observations qui lui sont particulières, et d'après lesquelles l'acide oxalique s'unit à la strontiane ainsi qu'à la potasse, en deux proportions différentes; et la quantité d'acide dans les sur-oxalates est précisément le double de ce qu'il en faut pour réduire à l'état neutre la même quantité de base.

M. Wollaston vient de publier plusieurs observations analogues (1).

Que l'on mette deux grains de sur-carbonate de potasse récemment préparé dans un papier, qu'on le passe dans un tube rempli de mercure, qu'on en dégage le gaz par l'acide muriatique, il occupera le double de l'espace qu'occupera le gaz dégagé de quatre grains du même sel réduit en sous-carbonate en l'exposant pendant peu de tems à une chaleur rouge. Il en est de même du carbonate de soude.

Le sur-sulfate acidule de potasse est ramenée à l'état neutre, par une quantité de potasse égale à celle qu'il contient.

Si l'on divise le sur-oxalate de potasse en deux parties, qu'on détruise l'acide d'une partie par l'action du feu, on trouve que l'alcali qui en provient réduit l'autre à l'état neutre; l'oxalate de potasse peut prendre une portion ultérieure d'acide; mais Wollaston a trouvé que c'étoit encore une proportion régulière.

En décomposant le sur-oxalate par le moyen des acides, il a paru que l'acide nitrique et l'acide muriatique ne peuvent que lui enlever la moitié de l'alcali, et que le sel qui cristallise après

(1) Phil. Trans. 1808.

la dissolution, par l'un et l'autre de ces acides, a par conséquent exactement quatre fois autant d'acide qu'il en faut pour saturer l'alcali qui lui reste.

Wollaston a éprouvé s'il pouvoit, en employant une quantité convenable d'acide, obtenir un sel qui suivit un rapport intermédiaire entre le double et la quantité quadruple d'acide; mais il n'a pu obtenir que l'oxalate acidule ordinaire, et celui dont la proportion d'acide est quadruple.

Il trouve probable que plusieurs autres changemens qu'on attribue à l'excès de quelques-uns des ingrédiens, sont en effet limités par un ordre nouveau d'affinités qui ont lieu à certaines proportions déterminées qui peuvent être représentées par un simple multiple.

En considérant la combinaison de l'acide oxalique avec la potasse, suivant la théorie de Dalton, il y auroit trois sels : dans l'un, deux parties de potasse seroient combinées avec une d'acide; dans le second, deux parties de potasse avec deux d'acide, et dans le troisième, deux de potasse avec quatre d'acide; mais ce savant chimiste ne regarde pas la proportion de deux parties de potasse contre une d'acide comme satisfaisante, et il conjecture que la raison arithmétique n'est pas suffisante pour expliquer l'action mutuelle, et qu'on sera obligé de recourir à quelque conception géomé-

trique de l'arrangement relatif de molécules dans les trois dimensions de leur solidité.

Il convient de considérer d'abord si c'est une propriété générale, que les combinaisons ne varient que par un rapport multiple des élémens qui les composent, si on peut la considérer comme une loi à laquelle soient soumises toutes les combinaisons.

J'observerai premièrement qu'on ne peut point supposer, pour soutenir cette hypothèse, une différence réelle entre la dissolution et la combinaison; l'une et l'autre sont un effet de la même action chimique, un résultat de l'affinité dans lequel on ne peut admettre d'autre différence que celle du degré de l'énergie. Or, la vitrification présente des variations infinies de composés où l'on ne peut admettre cette loi. La plupart des alliages métalliques peuvent se faire en toutes proportions; la combinaison mutuelle des liquides, lorsqu'il n'en résulte pas la production d'un solide, est dans le même cas; les liquides dissolvent aussi progressivement les solides. La grande variété des combinaisons terreuses et métalliques qui forment les minéraux ne pourroit s'expliquer par des compositions soumises à cette formule, non plus que celle des substances végétales et animales, quoiqu'on y observe souvent une régularité dans les proportions. Enfin, les

phénomènes naturels qui sont une suite de l'état des combinaisons dont ils dépendent, ne marchent point ordinairement par sauts; ainsi le dégagement et l'absorption du calorique suivent une progression continue pendant qu'il n'y a pas de changement d'état dans les corps. Les décompositions par le feu, les distillations ne montrent pas cette irrégularité qu'on devroit trouver dans les produits, si les combinaisons étoient assujéties à des proportions distantes entre elles. Plusieurs des faits mêmes, dont on se sert pour appuyer l'hypothèse nouvelle, n'ont point la constance que l'on admet. Ainsi, le sulfate acidule de potasse n'est pas composé de proportions déterminées, comme on le suppose. Je viens de vérifier, comme je l'avois déja avancé, que par des cristallisations successives, on y change les proportions de l'acide, en sorte qu'il est presque réduit à l'état neutre à la quatrième cristallisation. On peut faire la même observation avec d'autres sels acidules; on fait aussi varier indéfiniment quelques oxides métalliques.

Cependant, il est incontestable qu'il y a plusieurs combinaisons qui sont constantes dans leur composition, et que l'on ne peut former qu'avec une certaine proportion, ou du moins avec un petit nombre de proportions, et il est convenable d'examiner si l'hypothèse de Dalton n'est pas

la plus propre à rendre raison de ce phénomène, en se bornant à la regarder comme une cause qui souvent n'a aucune influence sensible sur les combinaisons; mais qui quelquefois amène certaines proportions plus stables, et quelquefois les détermine d'une manière absolue, indépendamment des autres causes qui ont été indiquées (1).

Quant à la détermination de la densité des atômes qui entrent en combinaison, elle exige encore une supposition; c'est que, dans la combinaison dont on se sert, un atôme simple se trouve uni à un autre atôme; mais cette supposition n'est susceptible d'aucune preuve, quoiqu'il soit facile, par le genre de combinaison que l'on imagine, de rencontrer dans les analyses des nombres qui paroissent s'accorder avec elle. Aussi trouvera-t-on quelques compositions déterminées selon cette hypothèse, d'après quelques analyses, démenties ensuite par des analyses plus exactes; ainsi l'éther est représenté par une composition formée de deux atômes de carbone et d'un d'hydrogène; mais il est prouvé à présent qu'il contient une proportion considérable d'oxigène.

Il faudroit, pour porter un jugement sur l'hy-

(1) Essai de Stat. chim. tom. I, sect. V, *Des limites de la combinaison.*

pothèse ingénieuse de Dalton, une discussion beaucoup plus approfondie; je ne me permets ces réflexions que pour engager à une attention circonspecte. J'avoue qu'il me paroît qu'on tient une route plus sûre, en portant une grande exactitude dans l'expérience, en cherchant les moyens de la multiplier, et d'en évaluer toutes les circonstances, en se livrant à des analyses rigoureuses, et en tirant ses conséquences générales immédiatement des faits, ou par une induction plus ou moins directe, plus ou moins combinée, plus ou moins probable, de propriétés bien déterminées, qu'en se livrant à des spéculations hypothétiques sur le nombre, l'arrangement et la figure des molécules qui échappent à toute expérience.

M. de Saussure (1) a publié des expériences remarquables par leur précision sur la composition comparative de l'alcool et de l'éther. Il a soumis l'une et l'autre substance à trois moyens différens d'analyse : il en a opéré la combustion en vase clos; il les a décomposés en faisant passer leur vapeur par un tube incandescent, et il a analysé les gaz qui provenoient de leur décomposition; enfin il a déterminé la pesanteur spécifique de ces subs-

(1) Jour. de phys. LXIV.

tances réduites en vapeurs; il a fait détoner cette vapeur confondue avec le gaz oxigène dans un eudiomètre de Volta, et il a reconnu les élémens dont elle étoit formée. En comparant les résultats qu'il a obtenus par ces trois méthodes, dont la dernière lui paroît mériter le plus de confiance, il en conclut que l'alcool rectifié est composé, sur 100 parties, de

43.5	Carbone.
38.	Oxigène.
15.	Hydrogène.
3.5	Azote.
100.0	

et 100 parties d'éther, de

59	Carbone.
19	Oxigène.
22	Hydrogène.
100	

L'éther n'a donné que des indices douteux d'azote.

Les résultats de M. de Saussure diffèrent considérablement pour l'alcool de ceux que Lavoisier avoit obtenus de sa combustion; mais Saussure a évité quelques causes d'erreur, en suivant la méthode de Lavoisier,

et il appuie ce premier moyen d'analyse de deux autres qui lui ont permis d'approcher de plus près de la réalité.

Ils s'éloignent encore plus de ceux de Cruiskhanks qui conclut de ses expériences, que la proportion du carbone est à celle de l'hydrogène dans l'alcool :: 9 : 1. On trouve pareillement une différence considérable entre les résultats de Saussure, relativement à l'éther, et ceux de Cruiskhanks et Dalton.

Quoique de Saussure ait employé les moyens qui paroissent les plus exacts, il est bien loin de regarder lui-même ses résultats comme à l'abri de toute erreur ; mais il sera intéressant pour la science de les comparer avec ceux qu'on trouvera dans cet ouvrage, et d'examiner si l'on peut ajouter encore aux soins qu'il a pris.

Il suit de cette analyse, que l'éther contient une plus grande proportion de carbone et d'hydrogène que l'alcool, et Saussure fait voir comment ces changemens de proportion s'opèrent, quand l'alcool est converti en éther par l'action de l'acide sulfurique.

Quoique Saussure ait employé l'alcool et l'éther au plus haut degré de concentration auquel on puisse les obtenir, une partie de l'oxigène et de l'hydrogène attribuée à l'une

et à l'autre substance est indubitablement dans l'état de combinaison qui appartient à l'eau, et se trouve ainsi défendue par l'affinité contre les agens qui tendent à la séparer; mais on ne peut reconnoître quelle en est la quantité.

Il est encore naturel de croire qu'une portion de l'oxigène et de l'hydrogène que Saussure a trouvés dans le gaz qui provient de la décomposition de l'alcool et de l'éther, que l'on fait passer à travers un tube incandescent, s'y trouve dans l'état d'eau. Mais cette portion ne peut monter qu'à une quantité si petite qu'elle peut être négligée, car l'analyse rigoureuse du gaz ammoniac fait voir que, lorsque ce gaz est parfaitement desséché, il donne par sa décomposition des quantités d'hydrogène et d'azote qui correspondent à son poids absolu; et il est bien à présumer que les autres gaz inflammables qui montrent beaucoup moins d'action sur l'eau, n'en contiennent pas une quantité plus grande que ce gaz.

En se fondant sur ces considérations, on doit admettre les résultats de l'analyse que Saussure a faite des gaz obtenus de l'alcool et de l'éther. 100 parties en poids du gaz retiré de l'alcool contiennent :

52.9	Parties de carbone.	
27.2	——	d'oxigène.
15.6	——	d'hydrogène.
4.3	——	d'azote.
100.0		

Et 100 parties du gaz retiré de l'éther contiennent :

56.12	De carbone.
17.43	D'oxigène.
26.45	D'hydrogène.
100.000	

Ces gaz, que d'après l'analyse des chimistes hollandais et de Cruikshanks, on regardoit comme des hydrogènes carburés, contiennent donc une proportion assez considérable d'oxigène, et Saussure a adopté pour les désigner la dénomination d'*oxi-carburés*. Il remarque que rien n'est plus variable que le poids et la composition de ce gaz, selon le degré de chaleur et toutes les autres circonstances de l'opération dans laquelle ils se forment ; et les parties constituantes qu'il leur attribue, sont le terme moyen des produits des portions qu'il a soumises successivement à l'expérience.

Une connoissance exacte des gaz inflammables que l'on retire de différentes substances est

très-importante pour l'analyse de ces substances, elle est aussi d'un grand intérêt pour les considérations de théorie générale ; mais ce n'est qu'à mesure que cette analyse s'est perfectionnée que l'on en a reconnu les difficultés et l'étendue : on a cru d'abord pouvoir réduire ces gaz à un petit nombre d'espèces simples et d'une composition constante ; mais l'expérience plus éclairée ne confirme pas ces vues, et l'on est déja fondé à conjecturer qu'il y a dans ces gaz autant de différences que dans les combinaisons ternaires qui forment l'immense variété des substances végétales et animales.

Les recherches sur le gaz inflammable retiré en distillant la tourbe (1), que M. Thomson a publiées depuis que son grand ouvrage a paru, jettent un grand jour sur cet objet.

Après avoir lavé avec l'eau de chaux le gaz qu'il avoit obtenu en distillant la tourbe, Thomson a cherché à évaluer la quantité d'air atmosphérique qui s'y trouvoit mêlée, par le moyen du gaz nitreux, en suivant une méthode de Dalton qui se trouve décrite dans cet ouvrage ; et quelques soins qu'il ait pris en employant des vases de fonte de fer

(1) Bibl. brit. *Sciences et Arts.* XXXVI.

ou de terre cuite, ce gaz contenoit toujours entre $\frac{1}{8}$ et $\frac{1}{4}$ d'air atmosphérique, sans qu'il ait pu déterminer d'où provenoit cet air. Le gaz qui a servi au plus grand nombre de ses expériences en contenoit $\frac{1}{12}$; soustraction faite de cet air, le gaz avoit une pesanteur spécifique de 0.8128, celle de l'air étant 1. Il l'a soumis à des épreuves variées pour reconnoître l'influence de toutes les circonstances; il a ensuite établi la quantité de carbone qu'il contenoit par celle de l'acide carbonique formé, et celle de l'hydrogène par l'oxigène consumé qui n'a pas servi à la formation de l'acide carbonique. Il attribue, comme on le fait, ce qui manque de poids, à une proportion d'oxigène et d'hydrogène propre à former de l'eau. Il conclut que le gaz est composé, sur 100 parties, de

44.	Oxigène.
42.4	Carbone.
13.6	Hydrogène.
100.0	

Mais il a observé que ce gaz présentoit constamment des différences, sans avoir pu assigner quelle circonstance, outre le degré de chaleur, produisoit cette différence.

En conséquence de cette composition, Thomson a aussi cru devoir désigner ce gaz par la dénomination d'*oxicarburé* ; en sorte que les gaz qui appartiennent à ce genre, et qui avoient été confondus sous la dénomination d'hydrogène carburé, se multiplient à mesure que les observations deviennent plus exactes.

Thomson examine si ce gaz peut être dû à un mélange des quatre espèces de gaz inflammables, l'hydrogène, l'oléfiant, le carburé, l'oxide de carbone, auxquels Henry a prétendu réduire tous les gaz inflammables; et il fait voir qu'aucune supposition d'un pareil mélange ne peut s'accorder avec la pesanteur spécifique du gaz retiré de la tourbe, et avec les produits de sa combustion.

Il a opéré la combustion du gaz oxicarburé dans l'eudiomètre de Volta, sur l'eau et sur le mercure ; mais il fait voir que lorsqu'elle est faite sur l'eau, on ne peut éviter une absorption de l'acide carbonique ; de sorte que si l'on s'en tient à ce moyen, toute la quantité d'acide carbonique n'est pas indiquée.

L'éther n'est pas une substance identique ; mais on comprend sous ce nom différens liquides qui ont de l'analogie entre eux : on n'avoit qu'une idée très-imparfaite des espèces d'éther produits par l'action des acides autres

que l'acide sulfurique. On va voir combien la science a acquis sur cet objet.

Schéele et Lavoisier avoient tenté, sans succès, de faire de l'éther par le moyen de l'acide phosphorique. Boudet n'avoit obtenu qu'une liqueur qui participoit aux propriétés de l'éther. M. Boullay a fait voir que l'obstacle qui s'opposoit à la formation de l'éther phosphorique, étoit dans la difficulté du mélange de l'alcool avec l'acide phosphorique; il l'a vaincu, en introduisant l'alcool, par le moyen d'un tube au fond de l'acide phosphorique réduit en consistance de miel, et soumis à une chaleur un peu supérieure à celle de l'ébullition de l'eau. Il a obtenu, par ce moyen, un éther semblable à l'éther sulfurique, et il prouve que la théorie de sa formation doit être la même que celle de l'éther sulfurique, que l'on doit à MM. Fourcroy et Vauquelin.

Il a fait voir (1) qu'il étoit avantageux, dans la préparation de l'éther sulfurique, pour éviter l'action trop vive de l'acide sur l'alcool, à laquelle est due la production de l'acide sulfureux et une odeur désagréable de la liqueur, et pour en obtenir la plus grande quantité, d'introduire pareillement l'alcool

(1) Ann. de chim. LXII.

par le moyen d'un tube au fond de l'acide; et de répéter cette introduction lorsque l'alcool se trouve réduit à une petite quantité. Ce procédé peut être avantageux dans beaucoup d'opérations de chimie.

Thenard a soumis à des recherches aussi étendues qu'importantes les autres espèces d'éther (1).

Ether nitrique.

Il fait voir combien sont défectueux tous les procédés que l'on a proposés pour préparer cet éther. Quelques-uns font des opérations sujètes à des accidens dangereux; et dans tous, le produit qu'on regarde comme de l'éther, n'en contient qu'une petite quantité, et contient au contraire beaucoup d'alcool, d'eau et plus ou moins d'acide.

Dans le procédé de M. Thenard, on distille parties égales d'alcool bien rectifié et d'acide nitrique, on fait passer le produit gazeux, qui est très-abondant, à travers cinq à six flacons remplis à moitié d'eau saturée de sel marin, et plongés dans des mélanges de glace et de muriate de soude, ou encore mieux de muriate de chaux. On modère le dégagement

(1) Mem. de la soc. d'Arcueil. I.

des gaz, en rafraîchissant la cornue. On sépare par une douce chaleur l'éther qui nage sur les flacons; on le traite avec de la chaux, et après quelques heures on le décante.

Cet éther est un peu moins léger que l'alcool, et très-peu soluble dans l'eau ; il se décompose peu-à-peu, et forme de l'acide nitreux et de l'acide nitrique, soit qu'il ait ou qu'il n'ait pas le contact de l'air, sur-tout à une température élevée. Il prend l'état gazeux, dès que la température passe 21 degrés centigrades, ou que la pression de l'atmosphère s'abaisse au-dessous de 0.73 mètres du baromètre. 100 parties de cet éther, dont l'existence à l'état liquide est si bornée, sont composées de

28.65	Carbone.
14.49	Azote.
8.54	Hydrogène.
48.52	Oxigène.

Sur l'éther muriatique.

M. Gehlen a déterminé avec soin les propriétés de l'éther muriatique, sur lequel on n'avoit encore que des notions vagues. Il a observé que cet éther prend l'état gazeux au-dessus du 10°. degré du thermomètre de Réaumur ; qu'il est légérement soluble dans l'eau ; qu'il a une saveur sucrée ; qu'il ne

rougit point la teinture de tournesol ; et que cependant, quand on le brûle, il s'y développe une grande quantité d'acide muriatique. Je rappelle ces observations de Gehlen, parce que Thomson n'en a pas fait mention, quoiqu'elles soient à la suite d'un mémoire de M. Basse, qui décrit, pour la préparation de cet éther, un procédé que Thomson a rapporté.

Thenard décrit le procédé par lequel on peut obtenir pur l'éther muriatique, soit à l'état de gaz, soit dans l'état liquide. On distille parties égales en volume d'acide muriatique et d'alcool, l'un et l'autre très-concentrés ; on fait passer le gaz qui se dégage dans un premier flacon à moitié rempli d'eau, de 20 à 25 degrés de température, et de là dans un second flacon dont on recueille la partie gazeuse qui se dégage. Le gaz muriatique, l'alcool et l'eau qui proviennent de la distillation, sont retenus par l'eau des flacons ; le gaz éthéré seul se dégage du second flacon, et si l'on veut avoir l'éther sous forme liquide, on reçoit le gaz dans un récipient entouré de glace ; car il prend la forme liquide au-dessous de 12 degrés de température ; à 5 degrés de température, il pèse 874, l'eau pesant 1000.

Thenard fait voir que les différens muriates

métalliques, dont on s'est servi pour préparer l'éther muriatique, agissent tous de la même manière sur l'alcool, et seulement par leur excès d'acide.

Cet éther ne donne aucun indice d'acidité; ce n'est même que par une action lente que la potasse, l'ammoniaque, le nitrate d'argent, le nitrate de mercure y laissent appercevoir des indices de l'acide muriatique; cependant la combustion y développe une grande quantité d'acide muriatique. L'acide muriatique, oxigéné à la température ordinaire, en opère la décomposition, et en sépare aussi beaucoup d'acide muriatique; et l'on voit par là que l'acide muriatique oxigéné, que quelques chimistes avoient conseillé pour la préparation de cet éther, ne peut qu'être nuisible à sa production : pendant cette production il ne se fait aucun dégagement d'autre gaz.

Thenard conclut de ses expériences, que l'éther muriatique est un composé de l'acide muriatique et de l'alcool, ou de leurs élémens, et qu'il est formé sur 141,72 parties de

Acide muriatique sec	41.72
Carbone	51.89
Oxigène.	33.05
Hydrogène	15.08
	141.74

Il fait voir que l'éther acétique résulte également de la combinaison de l'acide acétique et de l'alcool ; mais cet éther peut être entièrement décomposé par l'action d'un alcali fixe qui retient l'acide et qui met l'alcool en liberté. Cet éther a une pesanteur spécifique qui, à + 7 du thermomètre centigrade, est 866; il est assez soluble dans l'eau ; il ne rougit pas la teinture de tournesol.

Ainsi l'on doit distinguer deux espèces d'éther, l'une qui ne retient point l'acide qui a servi d'agent, mais qui résulte d'une nouvelle combinaison des élémens de l'alcool ; l'autre dans laquelle les élémens de l'alcool se sont combinés avec ceux de l'acide employé ou avec l'acide lui-même. Cette combinaison déguise les propriétés de l'acide, et dans l'éther muriatique elle est si puissante, que les substances qui exercent l'action la plus forte sur l'acide muriatique ne peuvent l'y indiquer qu'avec le tems.

M. Thenard a examiné particulièrement l'action des acides végétaux sur l'alcool sans l'intermède et avec l'intermède des acides minéraux, dans un mémoire qu'il a lu à la séance de l'Institut du 23 novembre 1807.

L'auteur pense, d'après les épreuves qu'il a faites, que des quatorze acides végétaux, l'acide

acétique est peut-être le seul qui puisse produire de l'éther avec l'alcool au moyen de plusieurs distillations répétées.

Mais lorsqu'on met ces acides en contact avec l'alcool et quelqu'un des acides minéraux forts et concentrés, on peut produire avec tous de nouvelles combinaisons très-remarquables par leurs propriétés.

Il fait voir que l'acide minéral lui-même n'entre point dans ces combinaisons qu'il décrit, et qui sont formées par l'union de l'acide végétal et de l'alcool, sans qu'il y ait aucune décomposition apparente, aucun dégagement de gaz. Il pense que l'acide minéral n'agit, dans cette circonstance, que par la condensation qu'il produit dans l'alcool, par laquelle il dispose cette substance à se combiner avec l'acide végétal ; aussi l'acide sulfurique produit-il plus d'effet que l'acide muriatique concentré. On pourroit croire que l'action que cet acide exerce sur l'eau, et qu'il tend à enlever à l'alcool et à l'acide végétal, contribue à déterminer leur combinaison.

Quoique l'acide acétique puisse produire immédiatement un éther lorsqu'on le traite avec l'alcool, Thenard a observé qu'on obtient beaucoup plus facilement et plus abondamment ce même éther, lorsqu'on ajoute

au mélange un peu d'acide sulfurique concentré.

M. Lampadius avoit fait connoître une liqueur qui a, par sa volatilité et son inflammabilité, beaucoup de rapport avec les éthers, et à laquelle il avoit donné le nom d'alcool de soufre, parce qu'il la regardoit comme une combinaison de soufre et d'hydrogène, ainsi qu'on le verra dans ce Traité : MM. Clément et Desormes, qui ont fait des expériences intéressantes sur cette substance, en ont conclu qu'elle est une combinaison de soufre et de charbon.

De nouvelles expériences ont confirmé l'opinion de Lampadius (1), et font voir que l'on obtient, de l'action réciproque du charbon et du soufre, outre beaucoup d'hydrogène sulfuré, des combinaisons d'hydrogène et de soufre qui varient par leur volatilité et leur consistance, depuis un liquide très-subtil jusqu'à une masse où on n'apperçoit plus que les apparences du soufre ; que toutes ces combinaisons ne contiennent point de charbon, mais seulement du soufre et de l'hydrogène en différentes proportions ; que le soufre qu'on précipite des sulfures hydrogénés est une com-

(1) Mém. de la soc. d'Arcueil. I.

binaison de cette espèce ; que le charbon le plus fortement calciné donne encore une quantité considérable de cette combinaison, en sorte qu'on ne peut douter qu'il ne retienne encore dans cet état beaucoup d'hydrogène ; mais que le soufre lui-même contient de l'hydrogène dont on ne peut évaluer la proportion, quoiqu'elle paroisse peu considérable.

Lorsque le charbon est tellement épuisé de son hydrogène, par l'action du soufre, qu'il ne peut plus en céder, on obtient encore une substance gazeuse, en faisant couler sur lui beaucoup de soufre dans un tube incandescent, et il finit par disparoître ; mais le gaz qu'on obtient alors n'est pas une simple combinaison de soufre et d'hydrogène ; le charbon entre lui-même dans sa composition, et on peut le reconnoître par la détonation avec l'oxigène dont il résulte beaucoup d'acide carbonique.

Ces résultats doivent mériter d'autant plus de confiance, qu'ils sont conformes à ceux que M. Vauquelin a obtenus en particulier. Il a, par exemple, reconnu que le soufre hydrogéné liquide ne contient pas de charbon, par cette expérience : l'alcool le dissout, et il paroît que c'est en toute proportion ; si l'on

ajoute de l'eau à cette dissolution, il se précipite du soufre qui ne donne aucun indice de charbon (1).

Nous venons de suivre les progrès récens que l'on a faits dans la connoissance des combinaisons qui ont habituellement l'état élastique, ou qui forment des substances très-disposées à se réduire en vapeur, en conséquence de l'élasticité naturelle des élémens qui dominent dans leur composition.

La considération de ces substances a des rapports immédiats avec les recherches qui ont pour objet les propriétés des substances végétales et animales, dont les élémens sont en partie les mêmes et soumis au même genre d'action réciproque, soit dans les actes de la vie, soit dans les phénomènes de composition et de décomposition.

M. Thenard avoit fait voir dans ses belles recherches sur les éthers, que l'alcool pouvoit produire, avec les acides végétaux, une combinaison dans laquelle les propriétés de l'alcool étoient déguisées d'une manière analogue à celle dont elles le sont dans un sel neutre; il a suivi ce genre de combinaison dans les substances végétales et animales, et il a fait voir dans un

(1) Ann. de chim. LXI.

mémoire qui a été lu à l'Institut, que plusieurs de ces substances avoient aussi la même propriété.

Lorsqu'on décompose l'alcool en y faisant passer beaucoup de gaz acide muriatique oxigéné, il se forme une huile plus pesante, et cependant plus volatile que l'eau. En la décomposant par la chaleur, on trouve qu'elle recèle de l'acide muriatique; on en sépare aussi de l'acide muriatique qui est en partie oxigéné par l'acide nitrique.

L'acide muriatique forme, avec l'huile essentielle de térébenthine, une subtance cristalline qui ressemble beaucoup au camphre : découverte par Kind, elle fut examinée par Trommsdorf, par quelques pharmaciens français, et en dernier lieu par Gehlen, qui découvrit qu'elle contenoit de l'acide muriatique. Thenard a observé qu'il ne se dégageoit dans sa production ni charbon, ni gaz, et qu'elle donnoit beaucoup d'acide muriatique dans sa décomposition, soit par le feu, soit par l'acide nitrique; et il en conclut qu'on doit la regarder comme une combinaison d'acide muriatique et d'huile de térébenthine.

Les huiles fixes forment aussi, avec les acides, une combinaison à laquelle les chimistes ont donné le nom de savon acide,

et dans laquelle l'acide est en partie déguisé.

Le tannin est une autre substance végétale qui tient en combinaison une partie de l'acide gallique dans la noix de galle, et qui, lorsqu'il est précipité de sa dissolution aqueuse, par le moyen de l'acide sulfurique, retient avec opiniâtreté une portion de cet acide.

Cinq substances animales ont aussi montré la propriété de se combiner plus ou moins fortement avec les acides; ce sont : la matière caseuse, le picromel, la gélatine, l'urée, et sur-tout l'albumine.

Puisqu'on peut former des combinaisons semblables, on est fondé à conjecturer que l'acide acétique, que l'on obtient dans la distillation d'un si grand nombre de substances, n'est pas toujours formé dans la distillation, mais qu'il peut avoir préexisté dans la substance dont on le retire; l'acide succinique ne pourroit-il pas être combiné dans le succin avec une matière grasse? On voit que les recherches de Thenard ouvrent un champ étendu à l'observation.

MM. Fourcroy et Vauquelin ont soumis à un nouvel examen l'acide pyro-tartareux, et il résulte de leur examen que c'est un acide particulier, qu'il diffère de l'acide acétique, en ce qu'il est moins volatil, moins odorant, qu'il cristallise

par évaporation, que sa combinaison avec la potasse précipite l'acétate de plomb, et qu'il diffère de l'acide tartareux en ce qu'il ne précipite pas l'acétate de plomb, la chaux, la barite, et qu'il ne forme pas d'acidule peu soluble avec la potasse.

Les acides pyro-muqueux et pyro-ligneux, soumis à de nouvelles expériences, se sont conduits comme de l'acide acétique tenant de l'huile empyreumatique en dissolution.

Les auteurs ont examiné l'acide des fourmis que M. Gehlen a dit être différent du vinaigre. Ils se sont assurés de l'identité de ces deux composés, et ils ont fait voir en même tems que le premier contenoit un peu d'acide phosphorique, combiné avec une matière animale; ce qui a pu autoriser à le distinguer; car (1) cet acide doit être en état de combinaison pour passer à la distillation.

M. Chevreul a fait sur l'acide subérique de nouvelles expériences, par lesquelles il fait voir que l'on avoit été induit en erreur dans plusieurs propriétés qu'on lui a attribuées, par une matière jaune, amère, susceptible de combinaison avec les alcalis, et par l'acide oxalique qui se forme en même tems que lui par

(1) Ann. du Mus. d'hist. nat. Cah. 54.

l'action de l'acide nitrique sur le liége (1).

Cet acide est blanc comme l'amidon; il a une saveur acide sans amertume; il faut 38 parties d'eau à 60° du therm., et 80 à 15° pour en dissoudre une de cet acide. Quand il est sec, il est toujours pulvérulent. Cet acide a de grands rapports avec l'acide sébacique que Thenard a fait connoître, et la seule différence bien marquée qui existe entre eux, est la forme cristalline que prend l'acide sébacique dissous dans l'eau ou l'alcool.

MM. Derosne ont donné (2), sur la distillation de l'acétate de cuivre, des observations qui font voir que les produits acquerroient dans le progrès de la distillation une grande légèreté spécifique, quoiqu'ils soient plus riches en acide acétique; que cette légèreté est due à une liqueur particulière qu'ils regardent comme une espèce d'éther, et qui lui donne une odeur aromatique; en sorte que quoique l'acide acétique soit identique, celui qu'on obtient par ce procédé a des propriétés qui le distinguent, et qu'il doit à cette substance qui s'y trouve unie.

M. Mollerat qui est parvenu à retirer de la distillation du bois, dans un établissement qu'il

(1) Ann. de chim. LXII.
(2) Ann. de chim. LXIII.

a formé près de Nuitz, département de la Côte-d'Or, l'acide acétique le plus pur et le plus concentré, a observé que (1), dans le plus haut degré de concentration, il prend une forme cristalline à environ 13 degrés du thermomètre centigrade au-dessus de o, qu'il ne se liquéfie complètement qu'à environ 22°; que dans cet état cet acide se distille très-rapidement et avec peu de feu, et qu'il a une pesanteur spécifique moindre que lorsqu'il est uni à une certaine proportion d'eau, quoiqu'alors on ne puisse attribuer la légèreté spécifique à l'union d'une autre substance comme dans le cas précédent. Les premières portions d'eau ajoutées à cet acide produisent une condensation qui donne un accroissement de densité.

M. Chenevix a lu, dans la séance de l'Institut, du 1er. mai 1808, un mémoire *sur l'acide acétique, et quelques acétates*, qui comprend un grand nombre d'observations, et dont je ne puis donner qu'une idée très-imparfaite.

Il a comparé le vinaigre obtenu du grain et celui du vin; il a trouvé que le premier contenoit moins d'acide, et beaucoup moins d'une liqueur spiritueuse qui est de l'alcool: il paroît aussi contenir en général plus d'une substance

(1) Ann. de chim.

mucilagineuse ou extractive, dont une portion passe avec l'acide dans des distillations répétées, et qui, en se décomposant par la chaleur, donne une couleur brune à l'acétate de potasse.

L'acide acétique, obtenu de la distillation de l'acétate de cuivre, ne contient point de cette partie étrangère; il observe que la substance spiritueuse qui a été décrite par MM. Derosne, n'avoit pas échappé à Monet, à Lassône, et sur-tout à Courtanvaux qui avoit observé que la dernière portion d'acide étoit inflammable; mais il ne croit pas qu'elle mérite le nom d'éther; il préfere de la désigner par celui d'esprit pyro-acétique. Cet esprit pyro-acétique a été l'objet principal de ses observations.

Lorsqu'on distille un acétate métallique, l'acide éprouve un degré plus ou moins avancé de décomposition. Il se dégage de l'acide acétique, de l'acide carbonique, de l'hydrogène carburé, de l'esprit pyro-acétique, et il se décompose du charbon. M. Chenevix a non-seulement déterminé avec plus de soin qu'on ne l'avoit fait, les propriétés des acétates d'argent, de nickel, de cuivre, de plomb, de fer, de zinc et de manganèse; mais il présente encore dans un tableau les produits comparatifs de leur décomposition. Les quatre premiers ont laissé le métal parfaitement réduit, et les derniers dans l'état d'oxide.

L'acétate d'argent est le seul qui n'ait pas donné sensiblement de l'esprit pyro-acétique; les autres en ont donné des proportions différentes, ainsi que de l'acide acétique.

L'esprit pyro-acétique est limpide et incolore, il a une saveur âcre et brûlante; il ne paroît pas parfaitement uniforme dans sa composition, car sa pesanteur spécifique varie; celle du plus léger a été 7869. Il entre en ébullition à 59° centig.; il se mêle en toute proportion avec l'eau, l'alcool et les huiles volatiles; c'est le meilleur dissolvant du camphre; il ne forme pas de l'acétate, dans sa décomposition par la potasse, comme l'éther acétique.

MM. Fourcroy et Vauquelin ont donné une suite d'expériences sur la laite des poissons et particulièrement sur celle de carpe (1).

Cette substance n'est ni acide, ni sensiblement alcaline; elle ne donne point d'ammoniaque par les alcalis; elle perd les trois quarts de son poids par une dessication bien ménagée; elle laisse, soit par une calcination à feu ouvert, soit par une distillation qui n'est poussée que jusqu'à sa simple carbonisation, un charbon dense rayant le verre, faisant les 0.05 de la laite,

(1) Mém. de l'Inst. 1er. sem. 1807. Ann. du Mus. d'hist. nat.

corrodant le platine, inflammable et acidifiable par une forte action du feu dans des creusets, et qui donne du phosphore par une chaleur violente dans des vaisseaux fermés ; elle fournit par la distillation et jusqu'à ce qu'elle soit réduite en charbon, beaucoup d'eau, de l'huile, des sels ammoniacaux ; à un feu plus fort et dans une cornue de grès capable d'y résister, ce charbon donne du gaz hydrogène carburé, de l'acide carbonique et du phosphore ; le charbon qui reste après cela n'est ni inflammable ni acidifiable.

Les auteurs regardent comme un fait nouveau la production ou l'extraction du phosphore par la distillation immédiate d'une matière animale, parce que, malgré le témoignage de Margraf, ils n'ont jamais pu obtenir la plus légère trace de phosphore en distillant les graines de sinapi, seule matière qu'on ait dit donner spontanément le corps combustible par l'action du feu.

Mais Saussure a fait des expériences qui sont contraires à cette dernière assertion (1).

Il rappelle d'abord que Margraf avoit fait mention de plusieurs chimistes qui avoient retiré, avant lui, du phosphore de plusieurs

(1) Ann. de chim. LXV.

espèces de semences ; il décrit ensuite une expérience dans laquelle il a retiré du phosphore du froment. Il le réduit en charbon dans une cornue à un feu modéré, il fait passer ce charbon dans une cornue de porcelaine lutée, et il pousse cette cornue à un feu violent soutenu ; à la fin il passe du phosphore.

Comme il avoit trouvé (*Recherches chimiques sur la végétation*) dans les cendres de toutes les graines qu'il avoit analysées, et en particulier dans celles du froment, une quantité considérable de phosphate de potasse ; il pensa que ce sel pouvoit être l'origine du phosphore qu'on en obtient par la distillation, et il essaya s'il ne pouvoit pas être décomposé par le charbon, quoique tous les chimistes qui se sont occupés de ces recherches, aient avancé que le phosphate de potasse, celui de soude et celui de chaux, sans excès d'acide, résistent à cette décomposition.

En effet, il a trouvé qu'en traitant à un grand feu le phosphate de potasse avec le double de son poids de charbon, il est décomposé au moins en grande partie, car il a obtenu une partie considérable du phosphore qui pouvoit être contenu dans la quantité de phosphate de potasse soumise à l'expérience.

Le phosphate de soude a donné des résultats semblables ; enfin le phosphate de chaux, sans excès d'acide, a été lui-même décomposé en partie, mais ce dernier exige le feu le plus violent.

MM. Fourcroy et Vauquelin viennent de publier (1) de nouvelles expériences sur la composition des os ; ils ont observé que lorsque l'on fait l'opération ordinaire du phosphore, on trouve dans le résidu, lorsqu'il a été fortement chauffé, une grande quantité de globules, de la couleur et de l'éclat du fer, et présentant à leur surface une cristallisation aiguillée.

La croûte de ces globules est un phosphure de fer et de manganèse.

L'intérieur des globules a l'apparence d'un émail ; il est composé de chaux, de magnésie, de manganèse et de fer, tous unis à l'acide phosphorique.

Ils ont vérifié ces résultats sur des os de bœuf, choisis avec soin, et ils concluent de leurs observations, qui prouvent que les os contiennent du fer et du manganèse qu'on n'y avoit point encore reconnu, que 10,000 parties d'os calcinés contiennent :

---

(1) Ann. du Mus. d'hist. nat. cah. 68.

Magnésie	0.0180
Fer oxidé au maximum	0.0018
Manganèse oxidé au maximum. .	0.0017
Phosphate de chaux mêlé de carbonate .	0.9788

Ils ont poursuivi leurs recherches sur l'urée (1) ; ils sont parvenus à l'obtenir dans un état complet de pureté par le procédé suivant : ils ajoutent à l'urine humaine un volume égal d'acide nitrique foible, ils laissent le mélange plusieurs heures dans un seau plein de glace pilée ; ils décantent la liqueur qui surnage les cristaux qui se forment ; ils lavent ces cristaux avec un peu d'eau, les dessèchent dans un papier brouillard, les dissolvent de nouveau, ajoutent à la dissolution un peu de carbonate de potasse ; ils font évaporer à une douce chaleur jusqu'à dessication ; ils séparent l'urée du nitrate par l'alcool, et en évaporant l'alcool ils obtiennent l'urée en cristaux très-purs.

L'urée, ainsi préparée, est en lames carrées ou en feuillets quadrilatères, alongées, dont l'épaisseur varie d'un à deux ou trois millimètres ; elle est transparente et d'une saveur fraîche, un peu piquante.

(1) Ann. du Mus. d'hist. nat. cah. 63.

Exposée dans une cornue de verre à un feu bien ménagé, elle se fond, bout et donne d'abord des vapeurs qui se condensent en carbonate d'ammoniaque; ensuite elle se dessèche en une masse opaque qui s'élève toute entière par l'augmentation de la chaleur, et s'attache à la voûte de la cornue en une croûte blanche avec quelques points jaunes.

Ce second sublimé ressemble singulièrement à l'acide urique, et la comparaison de leurs propriétés et des produits de leur distillation, paroît prouver que l'urée et l'acide urique sont susceptibles de se convertir l'une dans l'autre, et réciproquement par l'action de la chaleur.

M. Brande avoit fait une analyse de l'urine de chameau et de l'urine de vache, d'après laquelle il falloit admettre dans l'une et l'autre une certaine proportion de phosphate de chaux; mais M. Chevreul ayant répété ces analyses avec beaucoup de soin, n'a pu découvrir le phosphate de chaux annoncé, en sorte que le principe établi par MM. Fourcroy et Vauquelin, que l'urine des herbivores ne contient pas d'acide phosphorique n'a point reçu d'atteinte (1).

M. Thenard a fait des recherches très-délicates sur la nature et la comparaison de la

(1) Ann. de chim. LXVII. Septembre.

bile de différens animaux (1). Il en conclut que la bile des quadrupèdes qu'il a soumise à l'examen, est composée, à part celle de porc, de dix substances, 1°. l'eau; 2°. une matière résineuse; 3°. une substance particulière qu'il désigne sous le nom de picromel; 4°. une matière jaune que l'on a regardée comme albumineuse, mais qui diffère de l'albumine; 5°. la soude; 6° le phosphate de soude; 7°. le muriate de soude; 8°. le sulfate de soude; 9°. le phosphate de chaux; 10°. l'oxide de fer.

Il fait voir que la soude s'y trouve en trop petite proportion pour tenir en dissolution la résine et la matière jaune, mais que cet effet est principalement produit par le picromel, en sorte qu'on s'est trompé en regardant la bile comme un savon; mais la bile de porc est un savon véritable.

Le picromel qui sert de dissolvant à la résine et à la matière jaune dans la bile des quadrupèdes, autre que celle de porc, est une substance visqueuse, d'une saveur un peu sucrée et amère, d'où son nom est dérivé; indécomposable par les acides, ainsi que par presque tous les sels métalliques; capable de dissoudre beaucoup de matière

(1) Mém. de la soc. d'Arcueil. I.

résineuse et de se comporter alors comme la bile elle-même. Pour l'obtenir, l'auteur précipite d'abord la matière résineuse par l'acétate de plomb ordinaire dont l'oxide se combine avec la résine; pour l'isoler alors des autres substances, il emploie un sous-acétate de plomb dont l'oxide a la propriété de la précipiter; il sépare ensuite cet oxide, en le réduisant, par le moyen de l'hydrogène sulfuré.

La bile humaine, outre les substances salines qui se trouvent dans celle des quadrupèdes, est composée d'une assez grande quantité d'albumine, de résine, et d'une petite quantité de matière jaune. Thenard a encore analysé la bile de plusieurs oiseaux et poissons.

Il a de plus examiné les calculs biliaires qui se forment dans les différens animaux, et les rapports qu'ils ont avec la bile propre à chaque animal. Les calculs de la vésicule du bœuf sont tous homogènes et produits par le dépôt successif de matière jaune. Les calculs biliaires de l'homme sont quelquefois formés d'adipocire pure, souvent de beaucoup d'adipocire et de peu de matière jaune; rarement de cette matière jaune pure.

M. Proust a donné, sur les prussiates, des observations si pressées, qu'il seroit difficile de réduire dans un extrait ce qu'elles con-

tiennent d'intéressant; je me bornerai à indiquer les principales, sans me permettre aucune réflexion (1), quoique quelques-unes m'en paroissent susceptibles.

Lorsque le bleu de Prusse a été traité par la potasse caustique, il ne reste plus que de l'oxide rouge confondu avec l'alumine, si le bleu de Prusse en contient : il n'y a point dans le prussiate de fer, de maximum et de minimum. Lorsqu'en versant un acide sur le résidu il se produit du bleu, cet effet provient ou de ce que quelques molécules bleues avoient été garanties de l'action de l'alcali, et qu'elles sont mises à nu, parce que l'acide dissout l'oxide de fer, ou de ce que le bleu de Prusse contenoit du prussiate de potasse et du carbonate alcalin ferrugineux, en sorte que l'acide que l'on verse en dissolvant l'alcali, occasionne la production d'une quantité quelquefois considérable de prussiate de fer.

L'hydrosulfure de potasse ou d'ammoniaque, même aidé de la chaleur, n'a aucune action sur le prussiate de potasse et de fer, mais s'il contenoit quelques restes de carbonate ferrugineux, il le décomposeroit.

Proust décrit différentes manières d'obtenir

(1) Ann. de chim. LX.

du prussiate blanc de fer, ou par le moyen des dissolutions de fer peu oxidé, ou par le moyen de l'hydrogène sulfuré, qui ramène à cet état celles qui sont trop oxidées, ou qui le deviennent par le contact de l'air atmosphérique.

Si l'on décompose par un acide 100 parties de prussiate triple de potasse bien cristallisé, on en sépare 35 parties de bleu de Prusse : or, 100 parties de bleu de Prusse laissent dans leur décomposition 54 à 55 parties d'oxide rouge de fer. Les 35 parties de bleu de Prusse séparées du prussiate de potasse y annoncent donc 19 parties d'oxide à l'état rouge.

Selon M. Proust, l'oxide, qui forme une partie essentielle du prussiate de potasse cristallisé, peut suivre l'acide prussique d'une combinaison à l'autre sans changer d'état; il passe de prussiate en prussiate, retourne de celui-ci au premier, circule même au travers des milieux les plus oxidans, sans perdre pour cela l'état qui le constitue oxide au minimum.

Il a soumis à la distillation le bleu de Prusse et le prussiate de potasse et de fer; le premier a laissé un résidu qui possédoit à un haut degré les propriétés pyrophoriques; il le regarde comme un carbure de fer qui se forme à une chaleur peu élevée, et qui donne, avec l'acide muriatique, un gaz odorant, tel que celui

qu'on obtient par le même acide, d'autres carbures de fer.

Il a observé que le prussiate de potasse simple, c'est-à-dire, celui qui ne contient pas de l'oxide de fer, est décomposé en partie par la seule ébullition, et le liquide contient du carbonate d'ammoniaque, en sorte que la lessive du charbon animal, dont on se sert pour la production du bleu de Prusse, et qui contient du prussiate simple, s'altère par l'ébullition, parce que la partie de prussiate qui ne se trouve pas fixée par l'oxide de fer se détruit.

Proust décrit plusieurs précipitations métalliques produites par le prussiate simple, et il donne des observations sur les prussiates métalliques qui se forment, et particulièrement sur le prussiate de mercure.

Quatre onces d'alcool ont dissous 80 grains de gaz prussique ; dissous dans l'eau, il se décompose de lui-même dans un flacon bien bouché; il se colore en jaune au bout de quatre à cinq mois; il perd peu-à-peu son odeur, se trouble et dépose un sédiment couleur de café, qui, après avoir été chauffé, présente tous les caractères du charbon. Dans cet état, il retient de l'azote, car, chauffé avec du carbonate de potasse, il a donné une lessive propre à former du bleu de Prusse. On trouve, dans la liqueur

jaune dont on vient de parler, de l'ammoniaque qui résulte de la décomposition de l'acide prussique, avec le reste de l'acide qui a échappé à sa destruction.

Parties égales de charbon de sang et de carbonate de potasse rougies dans un creuset couvert, ont donné à Proust la plus riche lessive; la potasse, rendue caustique, n'a présenté aucun avantage ; le charbon de sang, repassé une seconde fois avec l'alcali, donne encore du bleu, une troisième fois il en donne moins, une quatrième, il n'en donne pas du tout. Ce charbon épuisé et chauffé au rouge s'incinère avec beaucoup de facilité et sans exhaler l'odeur ammoniacale comme celui qu'on brûle immédiatement après la distillation.

Le charbon de sucre ordinaire et celui de sucre de lait ne donnent point de bleu ; mais les charbons végétaux azotisés sont propres à faire du bleu de Prusse ; la crême de tartre chauffée au rouge donne une lessive qui n'en produit point du tout; deux parties de crême de tartre et une de sel ammoniac n'en produisent pas plus, mais une partie de sel ammoniac contre quatre de tartre, donnent une lessive qui contient du prussiate simple.

Les lessives alcalines préparées avec le charbon animal contiennent du carbonate de po-

tasse en grande quantité, et du prussiate simple de potasse; comme celui-ci se décompose en partie, et qu'il peut se dégager par l'ébullition, il en résulte qu'on peut retirer par la distillation une liqueur qui contient de l'acide prussique et de l'ammoniaque; elles contiennent de plus du sulfate de potasse, du soufre et du phosphate de chaux; ce dernier se sépare à mesure qu'on évapore la lessive, et lorsqu'on y ajoute du sulfate de fer, il donne naissance à du phosphate de fer, ce qui avoit fait croire à Westrumb que l'acide du bleu de Prusse étoit le phosphorique.

Pour éviter la perte de l'acide prussique du prussiate simple, Proust conseille, d'après M. Curaudau, d'ajouter un peu de sulfate de fer à la lessive avant de la concentrer; par là, le prussiate simple passe à l'état de prussiate triple, qui n'est point décomposé par l'évaporation.

On a lu à la Société royale un mémoire très-important sur la respiration, de MM. Allen et Pepis; je ne puis qu'en faire connoître les résultats tels qu'on me les a communiqués.

Il ne se forme point d'eau dans la respiration. La quantité de carbone, dans l'air respiré, varie depuis 8 jusqu'à 10 pour 100. Dans l'espace de 24 heures, il se développe des poumons, entre 10 et 11 onces de carbone solide.

Il se forme plus d'acide carbonique quand on respire le gaz oxigène que quand on respire l'air commun ; il ne se fait aucune absorption d'azote ni aucun développement d'hydrogène. Quand on respire le même air plusieurs fois de suite, un peu de l'oxigène est absorbé, mais pas autrement.

Les minéraux, étant composés de principes fixes ou qui communiquent leur fixité aux principes élastiques avec lesquels ils sont en combinaison, peuvent être soumis à des analyses beaucoup plus précises que celles des autres substances : aussi l'analyse minérale a-t-elle acquis une grande perfection dans les méthodes qu'elle emploie, et elle continue de faire des progrès rapides. Je comprends ici sous ce nom l'analyse des substances salines.

Les analyses par lesquelles on détermine les proportions des composés salins ont le double avantage de faire connoître la composition de ces substances, et de fournir un moyen de déterminer les proportions des substances qui contribuent à leur formation. Quoique l'on ait déja des analyses de la plupart de ces combinaisons, il est bon d'en comparer plusieurs pour pouvoir se fixer aux proportions qui ont le plus de probabilité.

On peut appliquer cette réflexion aux oxides.

NOMS DES SELS.	ACIDE.	BASE.	EAU.	Total.
Sulfate de chaux anhidre, naturel ou artificiel....	57.5	42.5	0	100 (1)
Sulfate de chaux ordinaire.	46.	32.	22.	100 (1)
Sulfate de barite........	33.5	66.5	0	100 (1)
Sulfate de plomb........	26.	74.	0	100 (1)
Sulfate de manganèse......	33.66	31. protox.	35.34	100 (2)
Muriate de barite........	21.	64.	15.	100 (1)
Muriate de manganèse...	20.04	38.50 protox.	41.46	100 (2)
Phosphate de chaux......	46.	54.	0	100 (1)
Phosphate de plomb.....	22.5	77.5	0	100 (1)
Oxi-phosphate de fer.....	48.	52.	0	100 (1)
Phosphate de manganèse.	44.4	55.6 protox	0	100 (3)
Carbonate de manganèse.	34.16	55.84 protox.	10.	100 (2)
	34.4	56. protox.	9.6	100 (1)

(1) Berthier, *Jour. des min.* XXI et XXII.

(2) John, *ibid.* XXII.

(3) La fusibilité très-grande de ce sel fait présumer à M. Berthier qu'on pourroit facilement purifier le fer phosphoreux en mêlant l'oxide de manganèse avec la fonte.

NOMS DES SELS.	Acide et eau.	PROTOXIDE.	TOTAL.
Sulfite de manganèse...	59.80	40.20	100 (1)
Acétate de manganèse..	70.	30.	100 (1)
Benzoate de manganèse.	76.	24.	100 (1)
Succinate de manganèse.	69.73	30.27	100 (1)

Oxides métalliques.

NOMS DES OXIDES.	MÉTAL.	OXIGÈNE.	TOTAL.
Peroxide ou oxide rouge de fer............	70.5	29.5	100 (2)
Protoxide ou oxide noir de fer............	77.	23.	100 (2)
Oxide vert grisâtre de manganèse.........	86.97	13.03	100 (1)
Oxide par la décomposition du carbonate....	87.04	12.96	100 (1)
	75 au plus	25.	100 (3)
Oxide brun de mangan..	80.	20.	100 (1)
Oxide noir de mangan..	71.33	28.67	100 (1)

(1) John, Jour. des min. XXII et XXIII.

(2) Bucholz, *ibid.* Par l'acide nitrique et l'évaporation à siccité. — Oxide noir obtenu en plongeant des barres de fer rouge dans l'eau, ou en décomposant l'eau en vaisseaux clos. Bucholz observe dans son mémoire, que le dépôt qui se forme dans une dissolution de nitrate de fer, est un nitrate insoluble dans l'eau.

(3) Berthier, en faisant calciner le résidu de la décomposition du carbonate, a obtenu des changemens d'oxigénation qui varioient selon la durée du grillage, depuis 735 à 672 métal, et 265 à 328 oxigène.

Rose avoit trouvé pour les élémens de l'acide phosphorique (1) :

46.5	Phosphore.
53.5	Oxigène.
100.0	

Et par conséquent une proportion d'oxigène beaucoup plus foible que celle qui avoit été donnée par Lavoisier : il avoit invité les chimistes à vérifier son résultat. Berthier a repris ce travail avec soin et il s'accorde avec Rose (2) : les proportions qui résultent de son expérience sont :

46.2	Phosphore.
53.8	Oxigène.
100.0	

M. Proust a fait beaucoup d'observations sur le cobalt et sur le nickel (3).

Il y a deux sulfates de cobalt, l'un simple, l'autre en état de sel triple qui se forme au moyen du sulfate de potasse ou d'ammoniaque.

Les cristaux de sulfate, ou de nitrate de cobalt, jetés dans un flacon plein de potasse

(1) *Jour. von der chem. and phys. 2 band.*

(2) Jour. des min. XXII.

(3) Ann. de chim. LX.

liquide et bouché sur-le-champ s'y décomposent ; il se forme un précipité bleu qui passe au violet, ensuite au rose, en devenant hydrate.

L'hydrate de cobalt est d'un rose feuille morte : les acides le dissolvent avec chaleur et sans effervescence.

L'hydrate frais se dissout à froid dans le carbonate de potasse, et le teint en rouge. L'oxide ne s'y dissout pas ; il ne se décompose pas par l'ébullition, ni dans l'eau pure, ni dans l'eau alcalisée ; il perd 20 à 21 d'eau par la chaleur, et se réduit à de l'oxide gris très-pur.

100 parties de cobalt paroissent absorber 19 d'oxigène pour devenir protoxide, et 25 à 26 pour passer à l'état de peroxide ; dans cet état, l'oxide forme du gaz oxigéné avec l'acide muriatique.

L'arsénite de cobalt se prépare en versant une dissolution de cobalt bien délayée dans une dissolution d'arsénite de potasse. On obtient un précipité rose qui garde cette couleur après la dessication ; l'arséniate est rose comme l'arsénite.

L'oxide gris, l'hydrate et le carbonate enlèvent à l'eau l'hydrogène sulfuré, et deviennent oxide hydrosulfuré qui par l'action du feu se change en sulfure.

Le protoxide de nickel prend 25 à 26 d'oxi-

gène pour 100 de métal : l'acide nitrique ne peut le faire passer à l'état de peroxide.

100 parties de nitrate de nickel contiennent à-peu-près :

20 D'eau.
25 D'oxide.
55 D'acide.

Il y a deux sulfates de nickel : l'un simple qui cristallise en prisme hexaèdre terminé par une pyramide irrégulière ; le second avec potasse qui cristallise en rhomboïde ; l'un et l'autre sont d'un beau vert d'émeraude et inaltérables à l'air.

Tous les sels de nickel, jetés dans la potasse bouillante, s'y changent en hydrate vert ; l'ébullition n'en altère pas la nuance ; la potasse ne dissout ni l'hydrate ni l'oxide de nickel ; cet hydrate se réduit par la chaleur à l'oxide gris.

Le peroxide est noir, et donne beaucoup d'acide oxigéné avec l'acide muriatique.

Les oxides de nickel se réduisent comme celui de cobalt : la fonte s'obtient facilement.

Le traitement de la mine de cuivre pyriteuse de St.-Bel a été l'objet d'un travail étendu fait par M. Gueniveau (1), qui a cherché particulièrement quel étoit le but de l'addition

(1) Jour. des min. XX.

du quartz à la mine grillée avant sa fusion. L'analyse de divers produits de chaque opération, et plusieurs expériences synthétiques l'ont convaincu qu'elle avoit pour objet la séparation du cuivre et du fer ; ce dernier métal se combinant avec facilité avec la silice, lorsqu'il est oxidé, et formant avec elle au degré de feu auquel ils sont exposés un verre très-fusible, tandis que le cuivre se concentre dans une autre portion de la mine, et forme une matte qui contient le cuivre et encore du fer et du soufre. Par de nouveaux grillages, une nouvelle portion du soufre est séparée ; le fer s'oxide, et une nouvelle addition de quartz retranche une portion de fer ; c'est ainsi que l'on parvient par plusieurs opérations successives à obtenir le cuivre à l'état de cuivre noir. Ce dernier métal, lorsqu'il est en grande proportion dans les mattes, est entraîné en partie dans les scories, mais elles sont traitées de nouveau jusqu'à ce qu'elles ne contiennent que la portion de cuivre qu'on ne peut plus leur ôter sans des dépenses qui surpasseroient les bénéfices. Cette théorie explique d'une manière très-satisfaisante le traitement du cuivre pyriteux, dont les diverses opérations paroissent beaucoup approcher de la perfection, mais dont l'explication n'étoit pas aussi avancée.

Gueniveau (1) a répété l'expérience de Delius pour former artificiellement du sulfure de zinc, mais en employant le métal au lieu de l'oxide, et sans faire usage de charbon ; il n'a réussi qu'en opérant avec une assez grande proportion de soufre pour parvenir à la chaleur rouge avant que tout le soufre fût vaporisé. Comme la combinaison se fait avec explosion, comme lorsqu'on chauffe ensemble et sans le contact de l'air du cuivre et du soufre, Gueniveau n'a pu déterminer synthétiquement les proportions du soufre ; il a donc eu recours à l'analyse qui lui a donné pour résultat :

	69	Zinc.
	30	Soufre.
	99	
Perte...	1	

Ou

100	Zinc.
43	Soufre.

C'est-à-dire à-peu-près les mêmes proportions que dans le sulfure naturel ou la blende jaune.

Dans un mémoire dans lequel Proust fait voir que la blende ne contient point d'oxigène, il donne une détermination différente de la

(1) Jour. des min. XX.

composition du sulfure artificiel de zinc, qu'il avoit formé non directement avec le métal, mais avec l'oxide dont il a évalué l'oxigène : il contient selon lui,

100	Zinc.
18	Soufre.

Bucholz (1) a donné l'analyse de trois espèces de pyrites : il compare ses résultats avec ceux qu'il avoit donnés avec Gehlen et avec ceux de Hatchett et de Gueniveau (2). Il regarde comme les proportions les plus probables celles de 0.51 de soufre et de 0.49 de fer ; il attribue les petits écarts des analyses, soit à la plus ou moins grande exactitude des procédés, soit aux pertes qu'on ne peut éviter ; en conséquence, il est porté à croire que la pyrite a des proportions constantes.

Bergman avoit dit que le fer spathique étoit composé de fer, de chaux et de manganèse. M. Drapier, ayant examiné de nouveau cette substance, n'avoit pas sensiblement trouvé de chaux ni de manganèse dans les échantillons qu'il avoit soumis à l'analyse, mais il avoit découvert la magnésie en assez forte proportion.

(1) *Jour. fur. die chim. phys.* etc. 5 *band.*
(2) Jour. des min. XXI.

En répétant ce dernier travail, M. Descostils (1) s'est convaincu que ce minéral varie dans sa composition; cette différence l'a mis à portée d'expliquer la différence de fusibilité des minérais de fer spathique. Les minérais refractaires sont ceux qui contiennent beaucoup de magnésie. Les fers spathiques décomposés spontanément sont très-fusibles; le changement éprouvé par ces derniers, consiste dans la séparation complète de l'acide carbonique et du carbonate de magnésie, et dans l'oxigénation plus considérable des métaux qui se trouve portée au maximum, tandis que dans le minérai les métaux sont au minimum. Un changement analogue sous le rapport de l'oxidation a lieu dans le minérai par le grillage, parce que l'acide carbonique est décomposé. Descostils a encore fait voir que le changement opéré dans les mines refractaires, par leur exposition à l'air, et dont l'effet bien connu est de les rendre plus fusibles, consiste dans la séparation de la magnésie.

Dans une analyse de quelques mines de fer de Franche-Comté, Vauquelin (2) a observé que le résidu que laisse la fonte, lorsqu'on la traite par l'acide sulfurique, contient encore beaucoup de

(1) Jour. des min. XXI.
(2) Jour. des min. XX.

phosphore et du chrôme, et pour les séparer du carbone, de la silice et de l'alumine qui y sont unis, il est nécessaire de traiter le résidu à une chaleur rouge par le nitrate de potasse ; on dissout ensuite par les acides, et l'on peut séparer à la manière ordinaire chacune des substances qui sont en dissolution.

Vauquelin a encore remarqué, que pendant la dissolution de la fonte dans l'acide sulfurique, il se formoit, comme l'avoit déja dit Proust, une assez grande quantité de matière huileuse qui lui a paru avoir des propriétés intermédiaires entre celles de l'huile grasse et celles de l'huile volatile.

Le gaz hydrogène qui s'est dégagé avoit une odeur fétide, et brûloit avec une flamme bleue. Ces propriétés étoient dues au phosphore et à la matière huileuse qui y étoit tenue en dissolution, ainsi que Vauquelin s'en est convaincu par des expériences directes.

Ce célèbre chimiste a fait la découverte importante de l'existence du platine dans les mines de Guadanalcanal, en Estramadure (1). Cette espèce de mine est grise ; elle a assez de ressemblance avec celle qui est connue sous le nom d'argent gris, *fahlertz* des Allemands.

(1) Jour. des min. XIX.

Elle contient du cuivre, du plomb, de l'antimoine, du fer, du soufre, de l'argent et quelquefois de l'arsenic.

Après avoir réduit le minéral en poudre fine, Vauquelin le grille à une chaleur douce, et il fait fondre la matière en un culot métallique composé de platine, d'argent, de plomb, de cuivre et quelquefois d'un peu d'antimoine; le fer et une partie du plomb restent dans les scories; il sépare ensuite le cuivre, le plomb et l'antimoine par la coupellation; il ne reste alors que de l'argent et du platine, il dégage ce dernier métal de l'argent par le moyen de l'acide nitrique qui dissout l'argent.

Le platine paroît exister en proportions variées dans ces mines; certains échantillons ont donné jusqu'à 10 pour 100, et quelques-uns n'en ont offert que des traces presqu'imperceptibles.

Aucun des quatre métaux nouvellement découverts dans le platine du Pérou, ne se trouve dans celui des mines de Guadanalcanal.

Vauquelin (1) a comparé de nouveau les propriétés chimiques de l'anatase ou oisanite avec celles du titane oxidé rouge; il a trouvé que ces deux minéraux ne différoient entre eux

(1) Jour. des min. XIX.

que par une très-petite quantité de fer qui se rencontre dans le titane oxidé rouge, tandis que l'anatase en est parfaitement exempt.

Vauquelin a analysé la stéatite verte (1). Il a trouvé qu'elle contenoit 1°. de la silice; 2°. de la magnésie, lesquelles forment la base principale de la matière; 3°. du fer; 4°. du manganèse; 5°. du chrôme, qui ensemble produisent la couleur qu'a la pierre; 6°. de l'alumine; 7°. de la chaux et de l'acide muriatique en quantité inappréciable.

La beauté et la solidité de la couleur verte de la terre de Vérone qui la font employer en peinture faisoient desirer d'en connoître la composition : Vauquelin y soupçonna d'abord l'existence du chrôme (2); mais ses épreuves ne lui en ont pas fait découvrir : il y a trouvé sur 100 parties

Silice	52.
Fer oxidé	23.
Potasse	7.5
Alumine	7.
Magnésie	6.
Eau	4.

Acide muriatique, manganèse et chaux, quantité inappréciable.

---

(1) Ann. du Mus. d'hist. nat. Cah. 49.

(2) *Ibid.* Cah. 50.

Vauquelin observe que cette terre n'éprouvant aucun changement par l'air et l'humidité, que résistant longtems et avec opiniâtreté à l'action des acides les plus puissans, lors même qu'elle est aidée de la chaleur, le fer doit s'y trouver dans un état de combinaison, en sorte qu'il ne peut se dissoudre que simultanément et proportionnellement aux autres principes de cette terre.

Saussure (1) a soumis à l'analyse les deux minéraux connus sous le nom de jade, dont l'un, (jade néphrétique d'Haüy) connu depuis longtems, vient de la Chine; et l'autre (jade tenace d'Haüy) découvert par Saussure le père, se trouve dans les Alpes et est nommé par quelques minéralogistes, saussurite, du nom de l'illustre naturaliste qui l'a fait connoître.

Le jade de la Chine ou oriental a donné à M. de Saussure :

(1) Ann. du Mus. d'hist. nat. Cah. 50.

Silice	53.75
Chaux	12.75
Alumine	1.50
Oxide de fer	5.00
Oxide de manganèse	2.00
Soude	10.75
Potasse	8.50
Eau	2.25
	96.50
Perte	3.50
	100.00

La saussurite lui a donné :

Silice	44.
Alumine	30.
Chaux	4.
Oxide de fer	12.5
Oxide de manganèse	0.05
Soude	6.
Potasse	0.25
	96.80
Perte	3.20
	100.00

Quoique Saussure ait cherché de la magnésie dans ces pierres, et qu'il assure n'y en avoir pas rencontré, Klaproth qui a répété l'analyse de l'une d'elles, y a trouvé 3 à 3 $\frac{1}{2}$ de magnésie.

M. Brogniart a examiné une substance minérale qu'il a nommée glauberite, et qu'il a considérée comme un composé de sulfate de soude et de sulfate de chaux, tous deux privés de leur eau de cristallisation, et qui se trouvent dans les proportions suivantes :

Chaux sulfatée anhydre	0.49
Soude sulfatée anhydre	0.51
	1.00

Il annonce dans ce Mémoire, n'avoir trouvé que 37 de chaux dans l'oxalate de chaux, au lieu de 39 ou 40 que lui attribue Berthier.

MM. Clément et Desormes ont donné l'analyse de l'outremer (1), et ils ont trouvé que 100 parties de cette substance si remarquable par sa couleur, étoient composées de

Silice.	35.8
Alumine.	34.8
Soude.	23.2
Soufre.	3.1
Chaux carbonatée	3.1

La chaux carbonatée n'y est pas essentielle.

M. Cordier a examiné différens produits

(1) Ann. de chim. LVII.

des volcans (1), il a d'abord soumis à l'analyse des sables ferrugineux - volcaniques recueillis en dix contrées volcaniques différentes. Tous ces sables lui ont présenté une quantité très-notable d'oxide de titane, puisqu'elle s'est élevée de 11 à 16 pour cent. Le reste étoit de l'oxide de fer, un peu de manganèse avec un peu d'alumine et une trace de chrôme. Ce résultat est d'autant plus remarquable, que le fer sublimé des volcans ne lui a offert que de l'oxide de fer pur. On peut distinguer ce dernier très-facilement par la couleur que présente sa poussière, tandis que le fer arénacé en donne une constamment noire.

Cordier a recherché ensuite dans les diverses déjections de volcans, le fer titané, et par le moyen de la pulvérisation et du lavage, il est parvenu à en extraire de tous les produits qu'il a examinés.

Lorsque les moyens mécaniques n'ont pas réussi, en attaquant les produits volcaniques par les agens chimiques, il est parvenu à trouver le titane qui lui a fait supposer l'existence du fer titané dans ces produits, excepté dans les variétés de lave vitreuse, de ponce et de tuf qui se fondent en verre blanc.

(1) Jour. des min. XXIII.

Il attribue à la présence du fer titané, l'action que les laves exercent sur l'aiguille aimantée.

Le célèbre Klaproth auquel on doit encore un grand nombre d'analyses nouvelles, a examiné la mine de mercure d'Idria (1), elle lui a donné le résultat suivant :

Mercure	818.00
Soufre	137.50
Charbon	23.
Silice	6.50
Alumine	5.50
Oxide de cuivre	2.00
Cuivre	0.20
Eau et perte	7.31
	1000.00

On avoit pensé que ce minérai contenoit du mercure métallique non combiné au soufre, et l'on fondoit cette opinion sur le produit que l'on obtient en distillant la mine d'Idria. Le sulfure de mercure sublimé se trouve mélangé de globules métalliques. Mais Klaproth pense que ces globules sont dus à la décomposition d'une partie du sulfure, opérée par la matière charbonense contenue dans la mine;

(1) Jour. des min. XIX.

et il a obtenu le même résultat d'un mélange de sulfure artificiel et de noir de fumée.

Klaproth a examiné plusieurs autres sulfures natifs de mercure purs, dont les proportions des principes se sont trouvées sensiblement les mêmes, comme on peut le voir par les résultats qui suivent :

Cinabre du Japon.

Mercure.	84.50
Soufre	14.75
	99.25
Perte.	0.75
	100.00

Cinabre de Neumaerktel en Carniole.

Mercure.	85.00
Soufre	14.25
Perte.	0.75
	100.00

Je réunis ici les analyses de différentes pierres.

L'analcime comparativement avec la sarcolite de Thomson ; ces pierres ont donné, sur 100 parties (1) :

(1) Vauquelin, Ann. du Mus. Cah. 52.

L'analcime. La sarcolite.

58.	50.	Silice.
4.5	10.	Soude.
8.5	21.	Eau
2.	4.5	Chaux.
18.	20.	Alumine.

Vauquelin observe que M. Haüy a trouvé entre la sarcolite et l'analcime une identité parfaite de forme cristalline, quoique d'autres pierres, qui diffèrent bien moins par les proportions de leurs principes, n'aient point du tout les mêmes formes.

La chabasie de l'île de Feroë qui ne diffère des pierres précédentes que par les proportions des principes, a donné pour 100 parties (1)

Silice	43.33
Alumine	22.66
Chaux	3.34
Potasse et soude	9.34
Eau	21.53
	100.00

(1) Vauquelin, Ann. du Mus. Cah. 53.

La paranthine (1)

Silice	0.450
Alumine	0.330
Chaux	0.176
Fer et manganèse	0.010
Soude	0.015
Potasse	0.005
Perte	0.014

L'aplome (2) :

Silice	400
Alumine	200
Chaux	145
Oxide de fer	145
Oxide de manganèse	20
Mélange de silice et de fer	20
Perte par la calcination	20
	950

Le wernerite (3)

	Le wernerite blanc.	Le wernerite vert.
Silice	51.50	40.00
Alumine	33.00	34.00
Chaux	10.45	16.50
Oxide de fer	3.50	8.00
Oxide de manganèse	»	1.50
Perte	1.45	»
	100.00	100.00

(1) Laugier, Ann. du Mus. Cah. 60.

(2) *Ibid.* Cah. 54.

(3) Klaproth, Jour. des min. XXII.

Le kaneelstein (1)

Silice.	38.80
Chaux	31.25
Alumine	21.20
Oxide de fer	6.50
Perte.	2.25
	100.00

Lampadius avoit annoncé qu'il avoit trouvé dans ce minéral de la zircone, de la potasse, etc. Klaproth paroît la regarder comme une espèce de vésuvienne avec laquelle elle a des rapports d'aspect et de composition ; suivant Mohs (Journal des min., tom. 22, pag. 320) ce doit être une variété de grenat.

L'hyperstène ou hornblende du Labrador (2).

L'analyse de Klaproth se rapproche beaucoup des analyses de hornblende qui ont été faites par Chevreul et Laugier.

(1) Klaproth, Jour. des min. XXIII.

(2) *Ibid.* XXII.

	Par Klaproth.	Par Chevreul.	Par Laugier.
Silice	54.15	45.	42.
Alumine	2.25	8.	7.69
Chaux	1.50	10.84	9.80
Magnésie	14.	6.	10.90
Oxide de fer	24.50	»	»
Protoxide de mangan.	»	22.	1.15
Protoxide de fer	»		22.69
Chrôme	»	1.	»
Potasse	»	0.50	»
Eau	1.00	6.66	5.75
Perte	2.60		
	100.00	100.00	100.00

Haüy regarde l'hyperstène comme une espèce différente de la hornblende.

La Haüyne (1).

Silice	30.
Alumine	15.
Sulfate de chaux	20.5
Chaux	5.
Potasse	11.
Oxide de fer	1.
Hydrogène sulfuré	»
Perte	17.5
	100.0

(1) Vauquelin, Jour. des min. XXI.

Vauquelin conclut de ce résultat que la haüyne se rapproche du lazulite, mais elle en diffère par la nature de l'alcali et par les proportions des autres principes qui sont communs aux deux pierres.

Le datolite (1). Le résultat de l'analyse de ce fossile a présenté à Klaproth :

Silice.	36.5
Chaux.	35.5
Acide boracique	24.0
Eau	4.0
Trace d'oxide de fer et de manganèse.	100

Ce minéral étant soluble dans l'acide nitrique, Klaproth s'est servi de ce moyen pour l'attaquer; il a séparé ensuite la silice par l'évaporation à siccité. Les sels solubles ayant été dissous dans l'eau acidulée d'acide nitrique, il y a versé de l'acide sulfurique, et après avoir distillé à siccité le mélange, il a séparé l'acide boracique du sulfate de chaux, à l'aide de l'alcool.

(1) Klaproth, Jour. des min. XIX.

La yénite (1).

	Descostils.		Vauquelin.	
Silice	28.		29...	30.
Chaux	12.		12...	12.5
Oxide de fer	55.	}	57...	57.5
Oxide de manganèse	3.	}		
Alumine	0.6		0...	0.
Perte	1.4		2...	0.
	100.0		100	100.0

Il est à craindre que cette substance ne perde son nom. M. Haüy croit devoir la réunir à une anciennement connue de laquelle la division mécanique semble la rapprocher.

L'augite noire cristallisée de Frascati (2).

		Pyroxène de Haüy.
Silice	48.	52.
Chaux	24.	13.20
Magnésie	8.75	10.
Alumine	5.	3.33
Oxide de fer	12.	14.66
Oxide de manganèse	1.	2.
Potasse une trace		
Perte	1.25	
	100.00	95.19

La mélanite (3). L'analyse de ce fossile par

(1) Jour. des min. XXI.

(2) Klaproth, Ann. de chim. LXVII.

(3) *Ibid.*

Klaproth se trouve parfaitement d'accord avec celle qu'a publiée Vauquelin.

	Klaproth.	Vauquelin.
Silice.	35.50 . . .	34.
Chaux	32.50 . . .	33.
Alumine	6. . . .	6.40
Oxide de fer . . .	24.25 . . .	25.50
Oxide de manganèse.	0.40 . . .	»
	98.65	98.90

La staurolite (staurotide de Haüy) (1).

	Staurotide noire.	Staurotide rouge.
Silice.	37.50 . . .	27.
Alumine	41. . . .	52.25
Oxide de fer . . .	18.25 . . .	18.50
Magnésie.	0.50 . . .	»
Oxide de manganèse.	0.50 . . .	0.25
	97.75	98.00

Le stangenstein d'Altenberg (pycnite de Haüy) (2).

	Bucholz.		Vauquelin.	Klaproth.
Silice . . .	34. . . .		36.8	43.
Alumine . .	48. . . .		52.6	49.50
Oxide de fer.	1	Chaux.	3.3	Ox. de fer. 1.
Acide fluoriq.	17. . . . (Acide fluoriq. et Eau)		5.8	4.
Eau. . . .			1.5	1.
	100		100.0	98.50
				1.50 Perte.

(1) Klaproth, Ann. de chim. LXVII.

(2) *Ibid.*

C'est Bucholz qui a trouvé que le stangenstein contenoit de l'acide fluorique, et qui l'a publié le premier en 1804.

L'échantillon sur lequel a opéré Vauquelin n'étoit pas très-pur; il croit que la chaux qu'il a trouvée dans cette analyse étoit étrangère à la composition de cette pierre.

La tourmaline rougeâtre de Moravie (1).

Silice.	43.50
Alumine.	42.25
Oxide de manganèse. . . .	1.50
Chaux	0.10
Soude	9.00
Eau	1.25
Perte. . . . . ,	2.40
	100.00

Les rapports du diamant avec le charbon ordinaire ont déja beaucoup occupé les chimistes. MM. Allen et Pepis (2) ont soumis l'une et l'autre substance à de nouvelles expériences qu'ils ont tâché de porter à la plus grande exactitude, en employant un appareil ingénieux et en faisant la comparaison de

(1) Klaproth, Ann. de chim. LXVII.

(2) Biblioth. britan. XXXVI.

ces substances avec la plombagine et le charbon de houille.

Ils ont brûlé chacune de ces substances dans un volume déterminé de gaz oxigène, et ils ont reconnu la quantité d'acide carbonique qui résultoit de la combustion d'un poids donné ; et comme ils n'ont point observé de changemens dans les dimensions du gaz par la formation de l'acide carbonique, ils ont établi leur calcul des élémens de l'acide carbonique produit par chaque substance, soit sur la quantité d'acide carbonique et celle de la substance qui avoit disparu dans la combustion, soit sur la quantité d'oxigène consumé et celle de la substance brûlée, comme il suit :

	Par l'acide carbonique.	Par l'oxigène.
Charbon de bois.	28.92	28.77
Diamant, 1re. expérience. . .	28.95	28.81
—— 2e expérience. . .	28.82	28.72
Charbon de pierre	28.20	28.27
Plombagine	28.46	28.46
Moyennes.	28.67	28.46

Ils concluent de leurs expériences, qu'ils comparent à celles de Tennant et de Guyton-Morveau, que l'on ne peut assigner aucune différence de composition entre ces substances,

si ce n'est le fer dont il n'existoit que 0.05 dans la plombagine dont ils ont fait usage, et le peu de cendres que laissent les charbons.

Quoiqu'on ne puisse indiquer aucune erreur dans ces expériences, on peut cependant craindre qu'il n'y ait eu quelque cause d'illusion dans des opérations faites sur de si petites quantités.

1°. Les auteurs n'ont point apperçu qu'il se formât de l'eau dans les combustions, et ils regardent le charbon qui a été fortement poussé au feu comme entièrement dépourvu d'hydrogène : or il paroît prouvé que le charbon contient une quantité notable d'hydrogène ; car on retire par l'action du soufre une quantité d'hydrogène sulfuré si grande, qu'on ne peut supposer que son hydrogène ne provienne que du soufre ; et lorsque l'on traite le charbon avec l'oxide de plomb, il se dégage au commencement, de la vapeur aqueuse qui se réduit en gouttes d'eau dans le récipient, ainsi que l'ont observé depuis longtems Lavoisier et MM. Landriani et Van Marum (1). L'expérience donne ce résultat lorsqu'on se sert du charbon le plus

(1) Ann. de chim. XI.

fortement calciné, et en prenant les précautions nécessaires pour qu'il ne prenne point d'humidité de l'atmosphère.

2°. M. de Saussure qui a également mis le plus grand soin à déterminer la proportion du carbone et de l'oxigène dans l'acide carbonique, par le poids du charbon qui disparoît dans la combustion et par celui de l'oxigène, en supposant qu'il ne se fait aucun changement dans le volume gazeux, conclut de ses expériences une composition qui a une différence assez considérable avec celle de MM. Allen et Pepis; selon lui, 100 parties d'acide carbonique ne contiennent que 26.14 de carbone (1).

En traçant le tableau de nos connoissances en météorologie, Thomson a fait sentir combien on manquoit encore d'observations exactes, pour tirer cette partie de la science de l'imperfection où elle est; mais il n'a pu profiter des acquisitions qu'elle a faites récemment, sur-tout par les soins infatigables avec lesquels M. Humboldt a embrassé tous les genres d'observations dans ce célèbre voyage dont il publie la relation. Je l'ai consulté lui-même sur cette partie du Système

(1) Jour. de phys. LIV. 317.

de chimie et je dois à mon illustre ami les notes que je joins ici.

(Pag. 202 et 210.) « M. Thomson revient deux fois à l'idée peu exacte que sous les tropiques le même abaissement de la colonne de mercure, ne correspond pas à la même différence de hauteur que sous la zône tempérée. La source de cette erreur est l'ouvrage d'un auteur d'ailleurs très-estimable, celui de M. Thibault de Chanvalon, qui, dans son voyage à la Martinique fait en 1751, assure qu'aux Antilles une ligne d'abaissement du baromètre équivaut à 24 toises au lieu de 13 à 14. Il attribue cette différence à la grande humidité de l'air de la zône torride. Il prétend même avoir observé qu'au Morne fortuné, qui d'après des mesures géométriques est élevé de 140 toises au-dessus du niveau de l'océan, le baromètre se maintient à la hauteur moyenne de 27 pouces 7 lignes $\frac{1}{2}$. Cette idée ne répugne pas seulement aux connoissances actuelles sur la constitution de l'atmosphère des tropiques, mais aussi aux expériences directes faites sous l'équateur par Bouguer, par La Condamine et par moi. Les observations nombreuses que j'ai recueillies soit dans des mines péruviennes et mexicaines, soit sur des cimes mesurées géométriquement, prouvent que la formule de

M. Laplace est applicable à la zône torride comme aux latitudes les plus boréales. »

« M. Ramond qui a calculé un grand nombre d'observations, a examiné dans un mémoire particulier la généralité de cette formule (1). D'ailleurs le coefficient barométrique pour l'air sec est de 18316^{m}.6, et pour l'air saturé d'humidité 18351^{m}.8, (Biot et Arago sur les réfractions, pag. 90). L'humidité moyenne de l'air ne peut avoir par conséquent qu'une légère influence sur les résultats. Le courant ascendant et sur-tout des anomalies dans la loi du décroissement de la chaleur en exercent une plus grande, et qui est plus difficile à apprécier. »

(Pag. 202.) « Les maximum de variation sont sous les tropiques, au niveau de la mer, de 2 $\frac{1}{2}$; à 3000 mètres de hauteur de 1 $\frac{1}{7}$ millimètres. Les observations de M. Horsburgh se rapportent au phénomène curieux connu sous le nom de variations horaires barométriques. Il est faux que ces mouvemens n'ont lieu que sur mer. J'ai fait pendant mon voyage un travail étendu sur cet objet. Il est consigné en partie dans ma Géographie des plantes pag. 90—94. On y voit des tableaux qui indiquent une

(1) Mém. de l'Instit. 1805.

régularité surprenante dans la marche du baromètre. Ces variations horaires du baromètre, comme les variations horaires de l'aiguille aimantée ne paroissent dépendre que de la position du soleil, astre qui dans les deux phénomènes agit peut-être par une autre cause qu'en modifiant la température de l'atmosphère. Le mouvement horaire du baromètre paroît aussi exister sous la zône tempérée. Il y est masqué par des variations accidentelles de l'atmosphère, et on n'en reconnoît le type qu'en prenant des termes moyens d'un très-grand nombre d'observations. Sous l'équateur ce mouvement horaire paroît à son tour rendre insensibles les petites oscillations de l'atmosphère qui sont dues à l'attraction combinée de la lune et du soleil, et dont l'effet a été calculé par M. Laplace. »

« L'observation la plus ancienne que j'aie trouvée imprimée sur les variations horaires du baromètre, est celle consignée dans le Journal littéraire de la Haye, en 1722, pag. 204. Elle fut faite à Surinam; depuis le même phénomène a été examiné au Pérou par Godin et La Condamine dont les observations n'ont pas été publiées; par Thibault de Chanvalon à la Martinique; par Adanson au Sénégal; par le père Bondier, Balfour et Farquhar aux Indes orientales; par Lamanon dans la mer

du Sud, et par moi dans l'Amérique méridionale et au Mexique. Les heures du maximum et du minimum paroissent varier dans les différens lieux, si toutefois les observateurs les ont également bien indiquées. »

(Pag. 204.) « M. de Buch a fait l'observation importante que sous la zône tempérée, il existe une liaison intime entre la température et les variations du poids de l'atmosphère. Dans un lieu quelconque la chaleur moyenne du mois diminue en raison inverse de l'étendue des variations barométriques. Nous citerons l'exemple de la ville de Prague où 27 années d'observations de M. Sternadt donnent les résultats suivans : »

	Temp. moyenne.	Etendue des var. barom. Lignes.
Janvier. . .	— 1°.4 R.	13.35
Février. . .	+ 0.2	12.70
Mars . . .	+ 2.3	10.30
Avril . . .	+ 6.7	9.70
Mai	+12.1	8.70
Juin. . . .	+15.0	6.50
Juillet . . .	+17.0	6.70
Août. . . .	+17.2	6.30
Septembre. . .	+12.8	9.06
Octobre. . .	+ 7.9	10.00
Novembre. .	+ 3.6	11.07
Décembre. .	+ 0.5	11.95

Buch. Voyages géologiques en Allemagne et en Italie, tom. I, pag. 206.

(Pag. 208.) « Le baromètre se soutient dans la zône torride presque constamment à la même hauteur, parce que les vents alisés amènent des couches d'air qui ont la même température. Ce n'est que vers les bords de la zône torride, à Calcutta, à la Havane, à la Vera-Crux, que le jeu régulier des variations horaires du baromètre est interrompu par des tempêtes. Le vent du nord à la Havane fait monter, le vent du sud y fait descendre le baromètre. L'un amène de l'air froid, l'autre de l'air chaud. »

(Pag. 214.) « Les variations barométriques sont en général plus régulières et moins fréquentes sur mer que sur les continens sous la zône tempérée. C'est pourquoi le baromètre est devenu un instrument très-précieux pour les navigateurs. Sur mer une tempête s'annonce le plus souvent par une grande variation dans la hauteur du baromètre marin; vers les limites australes de notre zône tempérée, cette variation donne une certitude presque complète de l'approche de l'ouragan. »

(Pag. 219.) « Cette table a été calculée par M. Kirwan sur des termes trop rapprochés et dont l'un n'est pas suffisamment connu.

Elle donne pour la zône torride des températures qui sont de 2°.½ trop grandes, comme le prouvent mes propres observations et celles qu'a discutées M. Cotte dans son grand ouvrage météorologique. Voici la différence que présente l'expérience d'avec la table de M. Kirwan : »

LIEUX.	Températ. moyenne observée.	Températ. moyenne d'après la table de Kirwan.	Latitude.
	cent.	cent.	
Pétersbourg....1	+ 4°.2...	+ 6°.8...	59°.56′
Stockholm......	6.3...	7.1...	59.20
Gottingue.......	8.2...	10.8...	51.32
Paris...........	11.9...	12.2...	48.50
Rome..........	15.9...	15.7...	41.53
Ile de Ténériffe..	21.....	22.1...	28.28
Dans l'Océan....	26.....	25.4...	20.00
Dans l'Océan....	27.....	29.4...	0.00

« La table de M. Kirwan n'indique la température moyenne 0°, que sous les 82° de lat. bor., elle paroît cependant se trouver sous le 65°. A Nain sur la côte de Labrador, sous les 56°.55′ de latitude, les frères Moraves observent régulièrement la température moyenne, qui y est déja

de — 3°. Mais aussi plusieurs circonstances se réunissent pour donner à cette côte de l'Amérique une température extrêmement basse. »

(Pag. 220.) « L'idée que la température de l'Océan (partout où il n'y a pas de courans et de bas-fonds) indique la température moyenne appartenant à telle ou telle latitude, est conforme à l'expérience. Je présenterai ici des observations qui seront publiées dans le second volume de la relation historique de mon voyage. Elles prouvent la constance extraordinaire de cette loi, malgré la différence des saisons et de la bonté des instrumens. »

LATITUDE.	LONGITUDE du mér. de Paris.	TEMPÉRATURE de l'Océan à la surface de l'eau, (Th. cent.)	ÉPOQUE de l'observation	OBSERVATEURS.
PREMIÈRE ZÔNE.				
0°.58′A.	27°.34′Oc.	27°.2	Nov. 1788	Churruca.
0.57 A.	30.11 Oc.	27.7	Avril 1803	Quevedo.
0.33 A.	21.20 Oc.	27.7	Mars 1800	Perrins.
0.11 B.	84.15 Oc.	28.0	Févr. 1803	Humboldt.
0.13 B.	51.42 Or.	27.1	Mai 1800	Perrins.
SECONDE ZÔNE.				
25.15′ B.	20.56 Oc.	20.0	Juin 1799	Humboldt
25.29 B.	39.54 Oc.	21.6	Avril 1803	Quevedo.
25.49 B.	26.20 Oc.	20.7	Mars 1800	Perrins.
27.40 B.	17.04 Oc.	21.6	Janv. 1768	Chappe.
28.47 B.	18.17 Oc.	23.5	Oct. 1788	Churruca.
TROISIÈME ZÔNE.				
43.17 B.	31.27 Oc.	15.5	Févr. 1800	Quevedo.
43.58 B.	13.07 Oc.	15.9	Juin 1799	Humboldt
45.13 B.	4.40 Oc.	15.5	Nov. 1776	Franklin.
48.11 B.	14.18 Oc.	14.3	Juin 1790	Williams.

« On observe une harmonie moins grande, il est vrai, mais encore très-sensible, lorsqu'on compare deux zônes qui dans les deux hémisphères, sont également éloignées de l'équateur; le décroissement du calorique étant très-lent

entre les tropiques même, il a fallu recourir aux latitudes plus élevées, ce qui fait que les anomalies se manifestent davantage. Dans les navigations de MM. Churruca, Perrins et Quevedo, les écarts ne vont cependant pas au-delà de 4 à 5 degrés du thermomètre centigrade. »

Température de l'Océan dans les deux hémisphères

LATITUDE.	LONGITUDE.	Températ. de l'Océan à la surface	Epoque de l'observat.	OBSERVAT.
23°.40' B.	41°.06' Oc.	22°.1 cent	Avril 1803	Quevedo.
23.23 A.	28.58 Oc.	27.0	Mars 1803	Quevedo.
25.49 B.	26.20 Oc.	20.7	Févr. 1800	Perrins.
24.48 A.	29.52 Oc.	24.3	Avril 1800	Perrins.
31.22 B.	15.07 Oc.	23.6	Oct. 1788	Churruca.
31.34 A.	46.56 Oc.	20.5	Nov. 1788	Churruca.
40.28 B.	48.20 Oc.	17.1	Mai 1803	Quevedo.
40.36 A.	33.35 Oc.	15.5	Mars 1803	Quevedo.

« Ce tableau paroît prouver que les idées trop généralement admises sur la température plus basse de l'hémisphère austral méritent plusieurs restrictions. Près des pôles ou du moins dans des latitudes très-élevées, le froid est sans doute plus grand dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal. Plus près des tropiques (1), cette différence est insensible. Dans la zône tempérée australe le climat des continens est un climat des îles; l'hiver y est peu froid, les étés y sont très-frais. La forme pyramidale des terres et l'abondance d'eau propre à l'hémisphère austral modifient le climat. D'après ces données, on conçoit comment la température moyenne de toute l'année diffère si peu à Cadix et à Buenos-Ayres, à Philadelphie et à Naples: en général la température moyenne des deux continens ne présente pas ces grandes différences auxquelles on devroit s'attendre, en ne réfléchissant qu'à la rigueur des hivers de l'Amérique; on oublie que tout se compense, lorsqu'à un été d'Egypte suit un hiver de la Norwège. »

« En navigant du nord au sud et en coupant la ligne dans l'Océan atlantique. M. Quevedo que j'avois prié de s'occuper de ce genre de

(1) Le Gentil, *Voyage aux Indes*. I. 73.

recherches, trouva l'eau de mer la plus chaude, non sous l'équateur même, mais à 2°.2′ de latitude australe ; M. de Churruca rencontra ce maximum à 6°.15′ nord ; l'un observa en mars, l'autre en octobre. Je trouvai au mois de mars 1803 dans la mer du Sud, le maximum de la température à 2°.27′ de latitude boréale ; peut-être qu'un changement dans le mouvement des eaux ou dans les courans, est la cause de cette anomalie apparente. Il est probable que ce grand cercle (ou la zône du maximum de la température des eaux) coupe l'équateur, et que l'angle d'intersection est variable suivant la différence des saisons. »

(Pag. 221.) « Pour avoir des résultats exacts sur la température moyenne de l'année, il faut commencer à faire des recherches sur l'heure qui, dans chaque mois et dans chaque endroit, correspond à la température moyenne du jour. L'heure la plus chaude est entre 2 et 3 heures, l'heure la plus froide est au lever du soleil. En observant à ces heures, on n'a pas la température moyenne du jour, qui sous la zône tempérée n'est pas la moyenne des maximum et des minimum ; plus on approche de lazône torride et plus la moyenne entre les maximum et les minimum coïncide aussi avec la vraie moyenne du jour ou de l'année. »

« Sous la zône tempérée, la température moyenne du mois d'avril est un peu moins grande, celle du mois d'octobre un peu plus grande que la température moyenne de l'année. Le terme moyen entre les deux mois d'avril et d'octobre donne assez exactement la température moyenne du lieu. Par exemple, température moyenne de Prague, d'après 40 ans d'observations, 7°.8 Réaumur. »

Température moyenne en avril....	6.7
en octobre..	7.9
	14.6
	7.2 Réaum.

Température moyenne de Rome, 13° Réaum.

Température moyenne en avril....	10.2
en octobre..	14.2
	24.4
	12.2 Réaum.

« Les tables de Kirwan étant fondées en grande partie sur des idées théoriques, il sera utile d'ajouter, pour construire la courbe de la température des mois, des observations faites en quatre endroits différens, depuis les 50° de latitude jusque sous la zône torride. »

Courbe de la Température des Mois.

MOIS.	PRAGUE. Lat. 50°. 5' 19''. N.	ROME. Lat. 41°. 53' 54''. N.	NATCHEZ (Louisiana.) Lat. 31°. 28'. N.	CUMANA. Lat. 10°. 27' 49''. N.
Janvier	− 1°.4. R.	+ 4°.5. R.	+ 5°.3. R.	+ 21°.4. R.
Février	+ 0.2	+ 7.2	+ 7.3	+ 21.5
Mars	+ 2.3	+ 8.7	+ 8.8	+ 22.2
Avril	+ 6.7	+ 10.2	+ 15.6	+ 23.6
Mai	+ 12.1	+ 15.5	+ 18.2	+ 23.3
Juin	+ 15.0	+ 18.0	+ 20.8	+ 22.7
Juillet	+ 17.0	+ 21.0	+ 21.0	+ 21.8
Août	+ 17.2	+ 21.0	+ 22.2	+ 22
Septembre	+ 12.8	+ 18.2	+ 19.1	Pas observée.
Octobre	+ 7.9	+ 14.2	+ 14.8	*id.*
Novembre	+ 3.6	+ 11.0	+ 9.9	*id.*
Décembre	+ 0.5	+ 6.7	+ 6.7	*id.*
Tempér. moy. de l'ann.	+ 7°.8. R.	+ 13°.0. R.	+ 14°.1. R.	+ 22°.2. R.

« Les observations à Prague ont été faites par les astronomes du lieu, celles de Rome par mon frère, celles de Natchez par M. Dumbar, celles de Cumana par moi. »

(Pag. 226.) « Ce que M. Thomson rapporte sur la loi du décroissement du calorique repose sur des idées qui ne sont pas suffisamment exactes. J'ai réuni tout ce que nous connoissons sur ce phénomène, dans un mémoire lu à l'Institut, le 29 février 1808, (Essai sur les réfractions dans la zône torride, correspondantes à des angles plus petits que 10 degrés, et considérées comme effet du décroissement du calorique). Il est très-dangereux de déduire la loi de ce décroissement d'expériences faites à de petites élévations de 244^{m} ou de 209^{m}, comme King-Arthur's *Seat*, et Hawk *Hill* (pag. 226 et 234). Plus les colonnes d'air sont élevées, et plus le résultat obtenu a d'exactitude. Voici les observations que j'ai faites dans les deux hémisphères, depuis 28°.17′ de latitude boréale jusqu'à 1°.28 de latitude australe. »

« Mon tableau indique l'époque de l'observation ; la latitude des lieux fondée sur mes propres déterminations astronomiques ; la hauteur de la colonne d'air parcourue, calculée d'après la formule barométrique de

M. Laplace, en y appliquant le nouveau coefficient de M. Ramond; la différence de température entre les couches inférieures et supérieures, et la loi du décroissement pour 1° du thermomètre centigrade. »

« Les hauteurs des colonnes d'air que j'ai traversées sont la plupart entre 3000 et 5800 mètres : j'y ai ajouté les résultats du décroissement du calorique correspondant à 1° du thermomètre Réaumur. »

LIEUX et ÉPOQUES DE L'OBSERVATION.	LATITUDE des lieux.	HAUTEUR de la colonne d'air parcourue	DIFFÉRENCE de température entre la couche inférieure et supérieure. (Th. centig.)	Loi du décroissement.	
				Pour 1 deg. centig.	Pour 1 deg du th. R.
Coffre de Perotte. Févr. 1804.	19°.29'. B.	4047^m.	22°.1	183^m.1	117^t.3
Nevado de Toluca. Sept. 1803.	10 .6. B.	4619.	23 .2	198 .7	128.1
Silla de Caraccas. Janvier 1800.	10 .37. B.	2603.	15 .7	189 .8	121.4
Fuerte de la Cuchilla. Déc. 1799.	10 .33. B.	1512.	8 .5	177 .8	114.1
Guadalupe. Juillet 1801.	4 .36. B.	3287.	16 .9	194 .4	124.3
Pichincha. Mai 1802.	0 .14. A.	4679.	23 .7	197 .8	126.3
Chimborazo. Juin 1802.	1 .28. A.	5876.	29 .1	201 .9	129.4
Pico de Teneriffa. Juin 1799.	28 .17. B.	3704.	20 .1	184 .2	118.3
			19 .0	194 .9	125.3
			Terme moyen.	..191^m.4	122^t.6

« Lorsque la station supérieure n'est pas une cime isolée, mais un plateau qui s'échauffe, le décroissement y paroît beaucoup plus lent ; c'est pour cela que les villes du Nouveau continent, placées dans de grandes plaines, jouissent toutes d'un climat plus tempéré qu'elles ne devroient avoir, à cause de leur élévation. Le tableau suivant réunit les observations que j'ai faites sur les anomalies frappantes qu'offrent les plaines. »

LIEUX D'OBSERVATION.	LATITUDE des lieux.		ÉLÉVATION au-dessus du niveau de la mer.	TEMPÉRATURE moyenne observée au therm. cent.	DÉCROISSEMENT du calorique.	
					Pour 1 deg. centig.	Pour 1 deg. du th. R.
Quito.............	0°.13′17″.	A.	2907m.	15°.0.	244m.4	157t.
Popayan...........	2 .26 17.	B.	1769.	20 .6.	283 .1	181 .6
Santa-Fe de Bogota..	4 .35 48.	B.	2660.	16 .5.	256 .1	164.5
Mexico............	19 .25 55.	B.	2277.	16 .9.	249 .5	160.6
				Terme moyen..	..258m.4.	165t.7

« Ces expériences faites dans des plateaux propres à échauffer l'air ambiant donnent, conformément aux idées développées plus haut, un décroissement plus lent que celui qui résulte des ascensions aérostatiques ou des excursions entreprises vers la cime de pics isolés; au lieu de 191^{m}, on trouve en terme moyen 258 mètres; il est aussi intéressant d'observer que l'influence des plateaux sur la température est si uniforme, que trois observations s'accordent entre elles à 12 mètres près; et que la seule observation faite dans un plateau beaucoup moins élevé et abrité contre les vents froids, ne diffère que de 25 mètres du terme moyen des autres. »

« Le décroissement du calorique est l'effet simultané de trois causes générales, de l'extinction de la lumière pendant son passage à travers les couches d'air plus ou moins denses, de la chaleur rayonnante et du courant ascendant. La progression selon laquelle les couches d'air superposées sont plus froides selon que l'on s'éloigne de la surface du globe, peut être reconnue par cinq voies différentes, dont les deux premières seules mènent à des résultats certains. Ces moyens sont : des ascensions aérostatiques, des voyages vers la cime de montagnes isolées et à pentes rapides; la comparaison des températures moyennes ob-

servées, pendant plusieurs années, dans deux endroits qui auroient une élévation très-différente et qui seroient peu éloignés les uns des autres ; la température des sources et celle des cavernes que quelques physiciens osent nommer la température de l'intérieur du globe. On pourroit y ajouter la connoissance des réfractions horisontales, et un septième moyen peu exact, celui de déduire le décroissement du calorique, de la hauteur à laquelle se maintiennent les neiges perpétuelles dans les différentes zônes du globe. Ces moyens ont été discutés dans mon mémoire sur les réfractions. »

« J'ai trouvé par une série d'expériences dont les extrêmes s'accordent à 14 mètres près, que dans la région équinoxiale, où la température moyenne de la plaine est de 22° à 26° centigr., le décroissement moyen du calorique est de 191 mètres pour un degré du thermomètre centigrade. Dans la zône tempérée, en Europe, Saussure trouvoit en été 160m et en hiver 230m par degré du thermomètre centigrade. Mais le résultat le plus beau et le plus précis que nous ayons jusqu'à ce jour sur le refroidissement des couches d'air atmosphérique, est celui fourni par la seconde ascension aérostatique de M. Gay-Lussac, le thermomètre indiquant à Paris +27°.7; à 3700m

de hauteur + 8°.5 ; à 6980m — 9°.5. Il en résulte pour la première colonne d'air de 3700 mètres, un décroissement de 193 mètres, pour la seconde région de l'atmosphère située entre la hauteur du Pic de Ténériffe et celle du Chimborazo 182 mètres ; pour toute la hauteur de près de 7000m un décroissement de 187 mètres. Cette distribution égale de calorique, cet équilibre de température dans lequel se placent des colonnes d'air horisontalement éloignées les unes des autres de 2000 lieues, ont de quoi exciter notre admiration. Au-dessus de la hauteur du Mont-Blanc, nous avons, M. Gay-Lussac et moi, l'un sous les 49° de latitude, l'autre près de l'équateur sur la pente du Chimborazo, observé à un demi-degré près les mêmes températures. »

« L'ensemble des observations que j'ai pu réunir donne : 1°. que le refroidissement des couches d'air superposées suit la même loi sous les tropiques que dans la zône tempérée pendant l'été, et que cette loi est à-peu-près de 200 mètres par degré du thermomètre centigrade. 2°. Que le décroissement varie avec la température plus ou moins élevée de la couche inférieure de l'air, mais que pendant le froid le plus rigoureux de la Laponie ce ralentissement ne paroît pas dépasser 244 mètres, c'est-à-dire, que le décroissement diminue d'un

cinquième depuis 25° au-dessus jusqu'à 25° au-dessous du point de la congélation. 3°. Que le décroissement moyen de toute l'année est fonction de la température moyenne des différentes zônes, et que par conséquent il se ralentit depuis l'équateur au pôle. »

(Page 230.) « La table de M. Thomson se fonde sur de fausses données. Le tableau suivant indique la hauteur des neiges perpétuelles sur les cinq points du globe où l'on a pris des mesures exactes.

LATITUDE.	HAUTEUR de la limite inférieure des neiges perpétuelles.	Température moyenne de la plaine.	NOMS des OBSERVATEURS.
0°.0′	4800 mèt.	27° cent.	Bouguer. La Condamine. Humboldt.
20.0	4600	26	Humboldt.
45.0	2550	12.7	Saussure. Ramond.
62.0	1750	4	Buch.
65.0	950	0	Ohlsen. Vetlafsen.

« L'oscillation de la limite inférieure des neiges perpétuelles est de 50 mètres sous l'équateur ; de 600 mètres sous le tropique du cancer, et de plus de 2000 mètres au-delà des 45° de latitude. »

« Il paroît d'ailleurs qu'il ne faut pas confondre la limite inférieure des neiges éternelles avec la limite de la congélation. Des expériences directes prouvent que la couche d'air par laquelle passe la courbe des neiges perpétuelles, n'a pas la même température moyenne dans les différentes zônes du globe; que bien loin d'être à zéro, comme Bouguer, et après lui tous les physiciens, l'ont supposé, elle est au-dessus de zéro sous l'équateur et au-dessous dans les régions boréales. Le couvent du Saint-Gothard est de 600 mètres plus bas que la limite des neiges éternelles. Il est baigné par les vents chauds venant des plaines de la Lombardie, et cependant sa température moyenne est d'un degré au-dessous du point de congélation. M. Pictet observe qu'au Buet les neiges ne commencent que dans une couche d'air dont la température moyenne est de —4°.5. »

« Dans la zône torride où l'influence des saisons est nulle, on trouve les neiges perpétuelles à une élévation dont la température moyenne est à-peu-près 1° $\frac{1}{2}$ au-dessus de

zéro. Il est rare dans les Andes, de voir, entre 4000 et 5300 mètres de hauteur, le thermomètre à zéro, sur-tout depuis sept heures du matin jusqu'à huit heures du soir : à cette époque la température de l'air reste généralement entre 3° et 9°; quelquefois elle monte, et c'est très-remarquable, jusqu'à 15° ou 19°. A la pente du Chimborazo, à 5550 mètres d'élévation, par un tems froid et brumeux, le soleil ayant été caché pendant 22 heures de suite, il se soutint encore à 2°.8 au-dessus de zéro. Le plus grand froid que les académiciens français observèrent en 1737, dans leur cabane de Pichincha, située près de la limite des neiges perpétuelles, étoit au lever du soleil de —6°, la température du jour étant entre 3° et 9°. Il s'ensuit que la moyenne est aussi au-dessus de zéro. Ce résultat est conforme à la théorie, car à ces hauteurs il tombe presque journellement de la neige, le thermomètre étant à 1° ou 2° au-dessus de zéro. Ce qui en fond pendant quelques heures est compensé par une nouvelle précipitation. La couche intérieure est défendue par la couche extérieure; l'équilibre se maintient dans un air dont la température moyenne est celle à laquelle il tombe de la neige dans tous les climats. Il suit de ces recherches que la connoissance de la limite des glaces

éternelles ne peut pas conduire à la connoissance de la loi de décroissement, cette limite n'étant pas seulement fonction du décroissement, mais aussi d'une autre quantité qui est variable selon les latitudes, et que nous ne pouvons déterminer qu'imparfaitement (1). »

(Page 231.) « L'idée purement hypothétique d'une limite *supérieure* de la congélation, sur laquelle Bouguer a hasardé quelques données, n'est certainement pas propre à servir de base à un calcul, et M. Thomson auroit dû retrancher de son excellent ouvrage les tables, pag. 231 et 232. Comment en effet trouver la hauteur à laquelle il n'y a plus de vapeurs visibles dans l'atmosphère? Je doute que sous l'équateur ce point soit déja à 8540 mètres; j'en juge d'après les petits nuages que nous avons vus au-dessus de nos têtes au volcan d'Antisana, nuages que le peuple appelle moutons. »

(Page 237.) « J'ai exposé les causes de la température moins élevée du Nouveau continent dans mes Tableaux de la nature, vol. 1er., p. 21 et 124. La prolongation de l'Amérique vers le pôle nord, et son énorme largeur au-delà des 40° de latitude influent le plus sur les

(1) Humboldt, Recueil d'observations astronomiques, pag. 137. Géographie des plantes, pag. 131.

grands froids de l'Amérique septentrionale. D'ailleurs, et cette observation de M. Barton est très-curieuse, les pays situés à l'ouest des monts Alléghanys sont plus chauds que la région atlantique contenue entre l'Océan et cette même chaîne de montagnes. La géographie des plantes et des animaux, ainsi que l'état de l'agriculture, tendent à prouver cette différence. »

(Page 235.) « La température des grandes mers présente plusieurs phénomènes qu'il est facile de confondre. 1°. Les mers à la surface de l'eau ont la température qui correspond à leur latitude, partout où il n'y a ni bas-fonds, ni courans. Sur des étendues de plus de 2500 lieues carrées, on trouve à 0°.5 près la même température. Entre les 30° de lat. nord aux 30° de latitude sud; cette température ne change presque pas d'après les saisons. »

« 2°. L'eau de mer est de 2° à 3° plus froide sur les bas-fonds qu'en pleine mer, partout où il y a plus de 60 à 80 brasses de fond. Cette remarque de Franklin et de Williams a été constatée par un grand nombre de mes observations. Le thermomètre devient par là un instrument utile pour le navigateur. Il indique le danger de très-loin. Des courans peuvent cependant masquer quelquefois le phénomène

du refroidissement de l'eau sur les bas-fonds. La véritable cause de ce refroidissement paroît être le mélange des couches d'eaux *inférieures* aux eaux de la surface. Ces eaux inférieures se brisent contre le bord du banc de sable, elles s'élèvent et passent en partie sur le banc même. »

« 3°. Sous toutes les latitudes où il n'y a pas de courans et pas de bas-fonds, les eaux de mer sont d'autant plus froides qu'elles se trouvent à de plus grandes profondeurs. Ces observations ont été faites sous la zône torride, par Ellis, Forster, Wales et récemment par M. Péron. Le dernier physicien a trouvé près de l'équateur l'eau de la surface à 30° cent.; l'eau à 357 brasses de profondeur à 7° $\frac{1}{2}$; le décroissement de calorique dans l'eau est très-inégal; tantôt on le trouve de 40 mètres, tantôt de 200 mètres, correspondans à 1° du thermomètre centigrade; la cause de ce refroidissement des couches inférieures, est la densité des eaux froides; dans la zône tempérée on trouve le fond des lacs partout entre 4° et 5° cent., ce qui est le terme du maximum de la densité de l'eau. Comme sous la ligne le thermomètre ne baisse pas au-dessous de 21° à 22° cent. les molécules d'eau, beaucoup plus froides, trouvées à de grandes profondeurs,

prouvent l'existence d'un courant inférieur qui porte depuis les pôles vers l'équateur; ce courant inférieur a un mouvement opposé au courant supérieur, qui, (à la surface de la mer), porte de l'équateur aux deux pôles ».

« 4°. La mer est traversée par des bandes d'eau chaudes ou froides, par des courans qui poussent avec une célérité plus ou moins grande les eaux des hautes latitudes vers la zône tempérée, et *vice versâ*. Le plus fameux de ces courans est la rivière d'eau chaude qui traverse l'Océan atlantique, et qui est connu sous le nom de *Gulphstream*; il favorise la navigation depuis les îles Antilles à l'Amérique septentrionale et de là en Europe; il cause un contre-courant sur ses bords; il sert aux pilotes à se rassurer sur leur longitude, et sur la proximité de leur attérage; il jette des fruits de la Jamaïque sur les côtes de la Norwège et de l'Irlande; il cause des brumes dans l'air ambiant, etc., etc. Le Gulphstréam porte des eaux de la zône torride à la zône tempérée. J'ai observé le phénomène inverse dans la mer du sud; il y existe un courant qui entraîne les eaux du détroit de Magellan vers l'équateur. J'ai remarqué que sur la côte du Pérou, les eaux de la mer du Sud, au lieu de 26° à 27°, n'ont qu'une température de 15°.6 cent.; ce courant d'eau froide est une cause principale de la basse

température qui règne dans la région maritime du Pérou. Je discuterai ces phénomènes divers de la température de l'Océan dans un mémoire particulier. »

(Pag. 250.) « Il est intéressant de comparer l'évaporation de l'eau sous la zône torride avec celle qui a lieu dans la zône tempérée. Les expériences de Dobson donnent pour nos climats, pour une température moyenne de 11° centigr. une évaporation de 934 millimètres par an, ou de 2, 6 millimètres par jour. J'ai trouvé qu'à Cumana, sous la zône torride, où la température moyenne est de 27°. 7 centigr., l'évaporation annuelle doit approcher de 2780 millimètres; je n'ai tenu compte que des observations faites à l'ombre ; l'évaporation d'un jour est de 6 — 8 millimètres. »

Le Gaux avoit déja observé il y a 50 ans, que l'évaporation diurne à la Guadeloupe, est en terme moyen de 6,6 millim. (en 24 heures). Cassan, à l'île de Ste.-Lucie, l'évalue seulement à 4 millim.; il faut observer qu'à Cumana l'air est bien plus sec qu'aux îles. »

« Les observations que Saussure fit au Col-de-Géant, peuvent être comparées à celles que j'ai faites à Mexico, à 2277 mètres de hauteur sous une pression barométrique de 0.m582, à une température de 16° ou 17° cent. J'y ai trouvé

l'évaporation moyenne en 24 heures de 8,8 millimètres. »

(Pag. 257.) « Mes observations faites dans les Cordillères des Andes, donnent un décroissement de 90 mètres par degré de l'hygromètre de Saussure. Voici les résultats moyens : »

HAUTEURS.	Hygromètre de Saussure non corrigé par la température.	Thermomètre centigrade fixé à l'hygromètre.	Hygromètre réduit à la température de 25°.3.
De 0m à 1000m	86°	25°.3	86°
— 1000 à 2000	80	21.2	73.4
— 2000 à 3000	74	18.7	64.5
— 3000 à 4000	65	9.0	46.5
— 4000 à 5000	54	3.7	36.2
— 5000 à 6000	38	3.0	26.7

« M. Gay-Lussac, à 5267 mètres de hauteur a vu l'hygromètre à 25°.5. Le thermomètre étant à + 4°, ce qui donne 21°.5 de l'hygromètre à la température de 25°.3. C'est sans doute le maximum de sécheresse qui ait jamais été observé par un physicien. »

« Les gros nuages en été se soutiennent généralement en Europe à 1200 mètres de hauteur, (Géographie des plantes pag. 100.) »

(Pag. 265.) « D'après mes recherches la quantité de pluie qui tombe annuellement augmente avec la température moyenne des lieux et dans la proportion suivante : »

LATITUDE.	PLUIE ANNUELLE.	TEMPÉRATURE moyenne.
Equateur.	2430 millim.	27° centig.
19°	2029	26.2
45°	703	12.7
60°	430	4.2

« Des circonstances locales modifient singulièrement la quantité de pluie qui tombe annuellement en Angleterre ; il n'en tombe à Londres que 445 millim. par an, tandis qu'à Kindal on en observe 1558. Il seroit utile d'imaginer des moyens de mesurer la rosée et la brume qui se précipitent de l'atmosphère. »

Je ne parlerai pas, dans ce précis, des progrès que l'on a faits dans les développemens des phénomènes qui sont produit par l'électricité, parce

que Thomson a annoncé (tom. 2. p. 2.) qu'il réuniroit, dans un ouvrage particulier, tout ce qui a rapport à cet objet qui s'est tant aggrandi; mais je dois m'arrêter à ceux de ces phénomènes qui se lient à l'action chimique, qui tend à décomposer les corps ou à en réunir les élémens.

M. de Grothus a ajouté des observations intéressantes aux connoissances que l'on avoit acquises, par les expériences de Ritter et de Sylvester, sur l'influence de l'électricité sur les précipitations et réductions des dissolutions métalliques par d'autres métaux (1).

Dans les arborisations qui se forment lorsqu'on plonge un métal convenable dans une dissolution métallique, le métal ne se précipite pas au contact de celui qui le précipite, mais à l'extrémité des filamens de l'arborisation. Si l'on interrompt la communication de ces filamens avec le métal précipitant, ils ne reçoivent plus d'accroissement; mais si les filamens d'argent, précipités par le cuivre auquel ils sont adhérens, viennent à toucher une dissolution de nitrate de cuivre, ils en précipitent le métal dont les molécules viennent s'implanter à leurs extrémités. Il explique ces faits, et d'autres semblables, par un courant électrique résultant du contact

(1) Ann. de chim. LXIII.

mutuel de deux métaux, et au moyen duquel les parties constituantes de l'eau acquièrent dans toute la chaîne une polarité contraire; en sorte que l'oxigène, en contact avec le métal réducteur, se combine avec lui pendant que l'hydrogène, en contact avec la dissolution dont le métal se réduit, s'unit avec son oxigène.

M. Bucholz a fait voir (1), en suivant les observations de Ritter, qu'en formant une chaîne entre une dissolution d'un métal, de l'eau superposée, une lame du même métal plongée dans les deux liquides, il se fait un dépôt du métal qui étoit en dissolution, en forme de végétation, sur la partie de la lame qui est plongée dans cette dissolution; pendant que celle qui est dans l'eau supérieure s'oxide, et que la partie qui se trouve au contact des deux liquides n'éprouve point de changement. Il a obtenu ce résultat avec plusieurs métaux, pourvu que la dissolution métallique pût rester pendant quelque tems séparée et sans se confondre avec l'eau; un petit excès d'acide favorise ordinairement cet effet; mais il n'applique pas cette observation à toutes les réductions métalliques par la voie humide, parce qu'il n'y a pas toujours formation d'une chaîne de deux métaux et d'une liqueur, lors-

(1) Ann. de chim. LXVI.

qu'on réduit un métal par un autre, et que cependant la réduction du métal qui étoit en dissolution a lieu.

Hisinger et Berzelius avoient fait voir (1) que les sels soumis au contact de la pile voltaïque étoient décomposés, de manière que la base étoit transportée vers le pôle négatif, et l'acide vers le pôle positif; que les sels métalliques étoient soumis à cet effet de même que les sels à base alcaline ou terreuse, avec cette différence que l'oxide métallique lui-même se divise en métal et en oxigène; que l'acide des muriates devenoit oxigéné en passant du côté positif, que l'acide sulfurique étoit décomposé en donnant de l'oxigène au côté positif, et du soufre au côté négatif; que l'acide nitrique donnoit son oxigène au côté positif, et son azote au côté négatif. Ils avoient conclu de leurs observations que la quantité absolue des décompositions est en raison de la quantité d'électricité, et que celle-ci est en raison du contact des métaux de la colonne avec leurs conducteurs humides, et qu'un liquide est d'autant plus difficile à décomposer qu'il est plus mauvais conducteur de l'électricité.

M. Davy, déja célèbre par plusieurs productions, soumit à des recherches nouvelles, et

(1) *News allg. Jour. der chem. Erster band.*

suivies avec une rare sagacité, les phénomènes que produit l'action du courant électrique de la pile sur les corps, relativement à la séparation de leurs élémens. Alors, les chimistes étoient partagés sur la production de l'acide muriatique au pôle positif que quelques-uns affirmoient, que d'autres ne regardoient que comme un accident dû à la présence d'un muriate. Les expériences de M. Davy mirent fin à cette discussion, et assignèrent toutes les circonstances qui pouvoient en imposer sur cette production. Il confirma, non-seulement la décomposition de toutes les substances salines tenues en dissolution, dont l'acide étoit porté vers le pôle positif, et la base vers le pôle négatif, mais il suivit leurs élémens dans leur transport; il fit voir comment ceux qui peuvent produire une combinaison insoluble, sont arrêtés dans leur passage par une substance propre à former cette combinaison, pendant que ceux qui ont une propriété contraire franchissent l'intermédiaire sans montrer aucune propriété acide ou alcaline. La solubilité n'est pas nécessaire dans le corps soumis à l'expérience; il suffit qu'il soit conducteur de l'électricité, et presque toutes les substances sont douées de cette disposition à se diriger dans le courant électrique vers l'un des deux pôles, en sorte que l'on peut séparer des quantités d'alcalis, par exemple, qui échappe-

roient à tous les autres moyens d'analyse, et que la pile est devenue l'instrument, si non le plus puissant, au moins le plus délicat dont la chimie ait été mise en possession.

En poursuivant ces recherches, et en aggrandissant la force de la pile, Davy est parvenu à des résultats qui ont un tel éclat par eux-mêmes et par les travaux, et les discussions auxquels ils ont donné lieu, que je crois devoir entrer ici dans plusieurs détails.

Davy a inutilement tenté la décomposition de la potasse en dissolution par l'eau; en opérant sur la potasse tenue en fusion par la chaleur, il a observé de fortes apparences d'une combustion; mais il n'a pu isoler la substance qui paroissoit combustible. Enfin il a réussi par le procédé suivant (1) :

« Un petit morceau de potasse pure qui avoit
« été exposée pendant quelques secondes à l'at-
« mosphère pour qu'elle prit, par l'humidité,
« un pouvoir conducteur, fut placé sur un
« disque isolé de platine mis en communication
« avec le côté négatif d'une batterie de 250
« paires de disques métalliques de 6 à 4 pouces
« carrés de surface dans un état de grande

(1) *On some new phenomena of chemic. changes, etc.*, 19 nov. 1807. Trans. Phil. 1808.

« activité, et un fil de platine qui communi-
« quoit avec le côté positif, fut mis en contact
« avec la surface supérieure de l'alcali. Tout l'ap-
« pareil étoit placé dans l'atmosphère libre. »

« Dans ces circonstances, on vit promptement une action vive s'établir : la potasse commença à se liquéfier aux deux points de l'électrisation ; il se fit une vive effervescence à la partie supérieure : à l'inférieure ou à la surface négative, il ne se dégageoit pas de fluide élastique ; mais on vit paroître de petits globules qui avoient à un haut degré l'éclat métallique, et qui avoient parfaitement l'apparence du mercure ; quelques-uns de ces globules s'enflammèrent avec explosion, et une flamme brillante, aussitôt qu'ils se formèrent, d'autres se conservoient et se ternissoient simplement, et finissoient par se couvrir d'une pellicule blanche qui se formoit à leur surface. »

Ces globules étoient, selon M. Davy, une substance inflammable particulière qui est la base de la potasse, et pour la distinguer de celle-ci, il l'appelle, conformément aux principes de la nomenclature chimique, *potasium*, *le potasse*; je continuerai de me servir de ce nom indépendamment de la discussion que j'établirai sur la nature de la substance.

L soude a également donné naissance à une substance d'une apparence métallique que Davy a appelée *sodium*, *le soude*. Mais elle exige une plus grande intensité d'action dans la batterie, ou bien elle doit être en morceaux beaucoup plus minces et plus petits.

Ces deux substances ont montré des propriétés très-singulières et ont donné lieu aux observations les plus intéressantes : je vais indiquer les principales.

L'action vive qu'elles exercent sur la plupart des autres substances, rend très-difficile de les conserver dans leur état de pureté, pour en examiner les propriétés. Davy n'a trouvé aucun excipient plus propre que le naphte récemment distillé.

Le potasse à 16° (therm. cent.) s'est présenté sous la forme de petits globules qui avoient l'éclat métallique, à 21° il devient plus liquide, et à 30 sa liquidité est complète : près du terme de la congélation de l'eau il étoit dur et cassant, et présentoit dans sa cassure un tissu cristallin. Il se réduit en vapeurs à une chaleur à-peu-près rouge et dans des circonstances convenables, il se distille sans altération; sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau dans le rapport de 6 à 10, en sorte que c'est le liquide le plus léger qui soit connu,

quand il est dans l'état solide sa pesanteur spécifique est un peu plus grande.

Il se combine avec l'oxigène lentement et sans flamme à toute température au-dessous de celle qui le vaporise : mais à cette température il entre en vive combustion; il se produit une lumière blanche et brillante, et une grande chaleur. Quand la combustion est vive, il se régénère de la potasse ordinaire; quand elle est lente, il se reproduit en partie de la potasse ordinaire, et en partie une potasse à un moindre degré d'oxidation : on peut aussi obtenir la potasse dans ce dernier état en faisant fondre la potasse sèche avec le potasse dans des circonstances convenables : le composé n'a plus l'éclat métallique, il a une couleur rouge brune quand il est liquide et grise foncée quand il est solide.

Le potasse paroît se dissoudre dans le gaz hydrogène qui par là devient spontanément inflammable, et il s'en sépare à une basse température.

Le potasse se décompose dans l'eau sans lumière et avec un dégagement de gaz hydrogène, s'il n'y a pas de l'air, mais avec le contact de l'air, il se produit une lumière vive.

L'action du potasse sur l'eau est si puissante qu'on en décompose par son moyen les petites

quantités qui se trouvent dans l'alcool et dans l'éther les plus rectifiés. Il se combine avec les corps inflammables simples et avec les métaux : avec le soufre et le phosphore, il forme des composés semblables aux sulfures et aux phosphures métalliques.

Le potasse s'allie facilement et au simple contact avec le mercure : si la proportion du potasse est petite, la liquidité du mercure paroît augmentée; mais si elle est d'un trentième en poids, l'alliage est dur et cassant. Si on expose cet alliage à l'air il se décompose, et la potasse est reproduite; si l'on en jette un globule dans l'eau, la potasse se reproduit également, il se dégage du gaz hydrogène, et le mercure reste pur. Il a dissous tous les métaux qui ont été éprouvés, même le fer et le platine.

Le potasse agit plus ou moins lentement sur le suif, la cire, le blanc de baleine, les huiles fixes et les huiles volatiles. En général il en précipite du charbon et en dégage du gaz hydrogène carburé. Il forme une espèce de savon avec le camphre, d'où l'auteur conclut que le camphre contient plus d'oxigène que les huiles volatiles.

Il opère la réduction des oxides métalliques quand on l'échauffe après l'avoir mis en contact avec eux; en conséquence il décompose

promptement le flint-glass et le verre vert : à une chaleur rouge, il altère même le verre le plus pur. Il paroît, selon l'auteur, qu'il se fait alors un partage de l'oxigène entre la potasse et les oxides contenus dans le verre et le potasse ; il conjecture que la silice du verre, peut elle-même éprouver quelque changement.

Le soude est blanc, opaque, et lorsqu'on l'examine sous une couche mince de naphte, il présente l'éclat et les autres apparences de l'argent : il est très-malléable et beaucoup plus mou qu'aucune autre substance métallique. De sorte qu'il s'étend facilement même au degré de la congélation de l'eau. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau comme 934 : 1000 ; il ne commence à perdre sa cohésion qu'à près de 40°, et il n'est parfaitement liquide qu'à 66°. Il est beaucoup moins volatil que le potasse : il est resté en liquidité dans un état d'ignition au degré de la fusion du verre.

Lorsque le soude est exposé à l'air il se ternit aussitôt, il se couvre d'une croûte blanche qui est de la soude régénérée. Il se combine lentement avec l'oxigène, et il ne donne de la lumière que lorsqu'il est près du degré de l'ignition. Il ne paroît pas avoir d'action

sur le gaz hydrogène. Quand on le jette sur l'eau il produit une vive effervescence accompagnée d'un bruit sourd. Il se dégage du gaz hydrogène et la soude est régénérée. Il exerce sur les autres substances une action analogue à celle du potasse.

Davy a cherché à déterminer la proportion d'oxigène, qui dans son hypothèse se trouve combinée avec le potasse pour former la potasse, et avec le soude pour former la soude; il a employé pour cela la combustion du métal par l'oxigène dans une capsule métallique placée dans un tube dont l'intérieur ne communiquoit, ni avec le mercure, ni avec l'eau. Cette expérience très-délicate lui a donné pour terme moyen 86,1 de base et 13,9 d'oxigène pour 100 de potasse, et 80 de base et 20 d'oxigène pour 100 de soude.

Le second moyen a été la régénération de la potasse et de la soude par la décomposition de l'eau, dont le gaz hydrogène qui se dégageoit, faisoit connoître la quantité d'oxigène qui avoit dû se combiner avec les bases pour les réduire en alcalis; mais pour éviter l'action trop vive du potasse et du soude, l'auteur les a employés dans l'état d'alliage avec le mercure. Les expériences les plus exactes lui ont donné par ce moyen la proportion

de 84 de base et de 16 d'oxigène pour la potasse, et pour la soude celle de 76 de base et 24 d'oxigène.

La découverte de l'oxigène dans la potasse et la soude, porta Davy à examiner si les autres alcalis ne receleroient pas également une certaine proportion de cet élément. Il revint, en conséquence, à un nouvel examen des parties constituantes de l'ammoniaque.

Je me bornerai pour le moment à l'expérience fondamentale sur laquelle il appuie l'existence de l'oxigène dans l'ammoniaque.

Il a décomposé par l'étincelle électrique 60 parties en volume de gaz ammoniac sec : l'expansion qu'elles ont éprouvée par une décomposition complète les a portées à 108, et l'analyse a fait voir qu'il s'y trouvoit 80 parties d'hydrogène et 28 d'azote; mais, selon l'estimation adoptée par Davy, 60 pouces cubes anglais de gaz ammoniac, le baromètre étant à 30 pouces cubes anglais et le thermomètre de Fahrenheit à 60°, pèsent 11.2 grains : 80 mesures de gaz hydrogène regardées comme des pouces cubes, pèsent 1.93 gr. et 28 pouces de gaz azote pèsent 8.3 gr. leurs poids réunis font 10.2 et par conséquent à-peu-près $\frac{1}{11}$ de moins que le poids du gaz ammoniac dont ils ont été tirés. L'excès de

poids du dernier ne peut être attribué qu'à l'oxigène qui aura dû former de l'eau, et dont une partie a oxidé les fils de platine qui ont été employés dans l'électrisation.

En convertissant l'évaluation de Davy en mesures et en poids français, 60 cent. cub. de gaz ammoniac, le baromètre étant à 0,7617, et le thermomètre cent. à 15.56, pèsent 44.28 mill. 80 mesures de gaz hydrogène regardées comme des centimètres cubes pèsent 7.64 milligram., et 28 centim. cubes de gaz azote pèsent 32.82 millig. : les poids de ces deux gaz réunis font 40.46, et par conséquent à-peu-près $\frac{4}{44}$ ou $\frac{1}{11}$ de moins que le poids du gaz ammoniac dont ils ont été tirés, différence que Davy attribue à l'oxigène existant dans le gaz ammoniac.

Conduit par la même analogie, Davy a fait sur la barite, la strontiane, des épreuves qui lui donnent lieu de croire que c'est un principe général que les substances alcalines contiennent une certaine proportion d'oxigène.

Lorsque la barite et la strontiane humectées ont été exposées au courant d'une pile de 232 paires de quatre et six pouces de côté, il y a eu une vive action, et il s'est produit une lumière brillante aux deux points de communication, avec inflammation au point négatif.

Pour éviter le soupçon de l'influence de l'eau, Davy a soumis à l'action électrique la strontiane et la barite tenue à un état d'ignition par une flamme entretenue par le gaz oxigène ; mais dans cet état elles ne sont pas conductrices de l'électricité : on leur donne la propriété conductrice en les combinant avec une très-petite quantité d'acide boracique, alors on observe au côté négatif une inflammation avec une lumière rouge foncée. La haute température a empêché de recueillir la matière inflammable.

L'auteur a observé que dans l'électrisation de l'acide boracique humecté d'eau, il se développoit une matière combustible noire ; mais il n'a pas encore pu suivre cette observation.

Davy a conclu de la belle suite de ses recherches « que l'on trouve dans le circuit élec-
« trique une série régulière de pouvoirs de
« décomposition depuis une intensité d'action
« si foible, que l'on peut à peine détruire l'affi-
« nité la plus foible qui existe entre les par-
« ties d'un composé salin, jusqu'à celle qui est
« assez énergique pour séparer les élémens
« dans les corps que l'on ne peut décomposer
« dans d'autres circonstances. »

Aussitôt que les résultats de M. Davy furent

annoncés (1), ils excitèrent partout la curiosité et l'intérêt des chimistes. Thenard et Gay-Lussac répétèrent la production du potasse et du soude par le circuit électrique ; mais ils parvinrent bientôt à opérer cette production par des moyens simplement chimiques. Ils annoncèrent leur découverte à l'Institut le 7 mars.

Je crois devoir rapporter textuellement la description détaillée qu'ils ont donnée (2) de l'opération par laquelle ils sont parvenus à ce résultat ; d'autant plus que les substances nouvelles que l'on obtient beaucoup plus facilement par ce procédé que par l'électricité voltaïque, sont destinées à jouer un grand rôle dans les recherches chimiques.

« On prend un canon de fusil très-propre dans son intérieur, on en courbe la partie moyenne et l'un des bouts de manière à le rendre parallèle à l'autre ; on couvre cette partie moyenne d'un lut infusible, et on la remplit de limaille de fer ou mieux de tournure de fer bien pure, puis on dispose ce tube en l'inclinant sur un fourneau à réverbère,

(1) Bibl. brit. XXXVI.

(2) Ann. de chim., mai 1808. Nouv. Bull. de la Soc. philom., juin et juillet 1808.

ensuite on met de l'alcali bien pur dans le bout supérieur, et on adapte une alonge bien sèche portant un tube bien sec lui-même au bout inférieur. Les proportions de fer et d'alcali qu'on emploie sont trois parties du premier et deux parties du second, mais on peut les faire varier. L'appareil ainsi disposé, on fait rougir fortement le canon de fusil en excitant la combustion au moyen d'un soufflet de forge ou d'un tuyau de tôle qui détermine une plus vive aspiration. Lorsque le tube est extrêmement rouge, on fond peu-à-peu l'alcali qui, par ce moyen, est mis successivement en contact avec le fer et converti presqu'entièrement en métal. Dans cette opération, il se dégage, en même tems que le métal se volatilise, beaucoup de gaz hydrogène qui quelquefois est très-nébuleux, et qui provient de l'eau que contient l'alcali; on est averti que l'opération touche à sa fin, quand le dégagement des gaz cesse. Alors on retire du feu le canon qui n'a nullement souffert, si les luts ont bien tenu, et qui au contraire est fondu, si les luts sont détachés; on le laisse refroidir, et on en coupe l'extrémité inférieure près de l'endroit où elle sortoit du fourneau : c'est dans cette extrémité inférieure, et en partie dans l'alonge, qu'on

trouve le métal; on l'en retire en le détachant avec une tige de fer tranchante, et en le recevant soit dans du naphte, soit dans une petite éprouvette bien sèche. Pour l'obtenir plus pur encore, on le passe au travers d'un nouet de linge dans le naphte même, à l'aide d'une température et d'une compression convenables. Le métal ainsi préparé est pur: il ne contient ni fer ni alcali, et peut se conserver dans l'huile indéfiniment. Il faut bien se garder d'employer du charbon ou des matières qui en contiennent pour retirer ces métaux, des alcalis, car alors ils en retiendroient une plus ou moins grande quantité et jouiroient de propriétés très-variables. »

Plusieurs chimistes n'ont pas réussi à exécuter ce procédé; cependant j'ai été témoin moi-même du succès que l'on en obtient en se conformant exactement à sa description, et les auteurs se sont assurés, par les expériences les plus décisives, que la substance métalloïde obtenue de cette manière ne contient ni fer ni aucune autre matière étrangère.

Il est naturel que Thenard et Gay-Lussac, ne connoissant les travaux de Davy que par une annonce concise, aient fait plusieurs observations semblables aux siennes. Je ne rap-

pellerai que celles qui leur sont particulières, ou qui présentent quelques différences avec celles de Davy.

La pesanteur spécifique du potasse est 0.874, celle de l'eau étant 1.

Il brûle vivement avec le gaz oxigène à la température ordinaire :

Mis en contact avec l'air atmosphérique, sans qu'on élève la température, il prend d'abord une belle couleur bleue, ensuite en l'agitant, il se fond, s'enflamme, absorbe tout l'oxigène sans exercer aucune action sur l'azote. Il n'en est pas de même de l'hydrogène ; il peut, à une haute température, en absorber une quantité remarquable, et il se transforme en une matière solide d'un gris blanchâtre, dont on retire du gaz hydrogène, en l'exposant à l'action du mercure et à celle de l'eau.

Son action sur les gaz hydrogène phosphuré, sulfuré, arseniqué, est encore plus grande que sur le gaz hydrogène : à une température d'environ 70 degrés, il les décompose, s'empare de tout le phosphore, le soufre, l'arsenic et d'une portion de l'hydrogène qu'ils contiennent. La décomposition de l'hydrogène phosphuré a même lieu avec

flamme : la portion de gaz hydrogène non absorbée reste en état de gaz.

La combustion du potasse dans le gaz nitreux, et dans le gaz acide muriatique oxigéné, est aussi vive que dans le gaz oxigène.

On peut analyser rigoureusement, et en un instant, le gaz nitreux et le gaz oxide d'azote, par le potasse ; presque aussitôt que le métal est fondu et en contact avec ces gaz, il devient bleu, s'enflamme, absorbe tout l'oxigène et laisse l'azote à nu. C'est encore de cette manière qu'il se comporte avec le gaz acide sulfureux, avec le gaz acide carbonique, et avec le gaz oxide de carbone provenant de la décomposition du carbonate de barite par le fer : avec ces derniers gaz, il n'y a point de résidu.

Avec le gaz acide fluorique, il y a à chaud une inflammation très-vive : tout le gaz disparoît, sans qu'il s'en développe aucun autre, et le potasse se convertit en une matière noirâtre qui ne fait aucune effervescence et qui contient du fluate de potasse. Les auteurs présument que l'acide fluorique s'est décomposé ; mais ils réservent des conséquences plus affirmatives pour une analyse plus complète du phénomène.

Ils ont fait plusieurs tentatives sur le gaz

acide muriatique, sans obtenir un résultat clair, parce qu'ils n'ont pu se procurer ce gaz entièrement privé d'eau; mais ils ont fait une observation qui mérite d'être rapportée. En traitant le muriate doux de mercure avec le phosphore, ils ont obtenu une liqueur très-limpide, sans couleur, répandant de fortes vapeurs, s'enflammant spontanément, lorsqu'on en imbibe le papier Joseph : elle paroît n'être qu'une combinaison de phosphore, d'oxigène et d'acide muriatique, et par conséquent analogue à celle qu'on obtient, en traitant le soufre par le gaz acide muriatique oxigéné.

Selon la description qu'ils donnent du métal de soude, il a l'éclat métallique à un grand degré; sa couleur tient le milieu entre celle du plomb et de l'étain. Il est ductile, et si mou qu'on peut le pétrir comme de la cire. Sa combustibilité est moins grande que celle du potasse; à une température de 10 à 15 degrés, il ne prend point feu à l'air, et ne s'enflamme point, lorsqu'on le projette dans l'eau; mais il s'agite à la surface de ce liquide, en tournant avec une rapidité extraordinaire; il s'en dégage, à volume égal, presque deux fois autant de gaz hydrogène que du potasse. Lorsqu'il est pur, il ne se liquéfie qu'à 70

degrés, tandis que le potasse entre en fusion à 58 ; mais lorsqu'on combine ensemble ces deux substances en diverses proportions, il en résulte des alliages beaucoup plus fusibles que les métaux purs ; en effet, trois parties du soude et une partie du potasse forment un alliage fusible à zéro; mais il devient cassant, lorsqu'on le solidifie par le refroidissement. Les auteurs avoient cru, après leurs premières expériences, que le soude étoit habituellement liquide ; mais ils ont reconnu que cette apparence étoit due à une portion de potasse que la soude qu'ils s'étoient procurée contenoit.

Tous les faits qui ont été exposés jusqu'à présent peuvent également s'expliquer par deux hypothèses, l'une; que la potasse et la soude sont des oxides métalliques ; que par l'action de l'électricité, l'oxigène en est séparé ; que le métal se trouve par là dans son état de simplicité naturelle au pôle négatif; que le métal ayant une grande action sur l'oxigène se combine rapidement avec lui, ou l'enlève à l'eau et aux autres substances qui agissent moins fortement ; que par là la potasse et la soude sont régénérées.

L'autre hypothèse est ; que la substance n'a que l'apparence des métaux, et qu'elle est due

à une combinaison qui se forme entre l'hydrogène, et la potasse ou la soude dépouillées d'eau; que cet hydrogène est dû à la décomposition de l'eau qui est retenue dans les alcalis, au point de leur rester unie à toute chaleur et d'en déterminer la vaporisation, à moins qu'il ne se joigne à la chaleur une cause de décomposition. Dans cette hypothèse, le potasse et le soude sont des hydrures dont l'hydrogène condensé exerce une action puissante sur les substances qui contiennent de l'oxigène, ou dont il se fait un dégagement, lorsqu'une substance qui a beaucoup d'affinité avec les alcalis, l'eau par exemple, vient se combiner avec eux.

Davy appuie l'opinion qu'il a adoptée de a nature métallique du soude et du potasse, par l'identité des qualités physiques et des propriétés chimiques avec celles des autres métaux; mais ce ne sont point quelques différences dans les propriétés qui déterminent Gay-Lussac et Thenard à regarder le potasse et le soude comme des hydrures. Ce qui leur paroît décider la question, ce sont principalement les phénomènes qu'ils présentent avec l'ammoniaque.

Lorsqu'on met le potasse en contact avec e gaz ammoniac dans un tube bien sec

sur le mercure et qu'on le fait fondre, il disparoît peu-à-peu, se transforme en une matière grise verdâtre très-fusible, l'ammoniaque elle-même disparoît en presque totalité et se trouve remplacée dans le tube par un volume de gaz hydrogène, égal à environ les deux tiers de celui du gaz ammoniac employé, et il faut remarquer que ce gaz hydrogène ne contient point d'azote. Si l'on chauffe fortement dans le tube de verre même, tout rempli de mercure, la matière grise verdâtre qui est attachée à la partie supérieure sous la forme de plaque, on peut en retirer au moins les trois cinquièmes de l'ammoniaque absorbée, savoir : deux cinquièmes d'ammoniaque non décomposée et un cinquième d'ammoniaque décomposée. Si ensuite on met avec quelques gouttes d'eau la matière grise verdâtre ainsi fortement chauffée, on en dégage sensiblement les deux autres cinquièmes d'ammoniaque absorbée, mais point d'autre gaz, et ce qui reste n'est que la potasse très-caustique ; enfin si on reprend le gaz ammoniac dégagé par le feu de la matière grise verdâtre, et si l'on s'en sert pour traiter de nouveau métal, il y a derechef formation de matière grise verdâtre semblable à la précédente, absorption de gaz ammoniac, et

apparition d'une grande quantité de gaz hydrogène. On peut encore répéter cette expérience avec l'ammoniaque retirée de cette seconde matière grise verdâtre, et ainsi de suite ; et l'on obtient toujours les mêmes phénomènes, en sorte que, par ce moyen, avec une quantité donnée d'ammoniaque, on peut obtenir plus que son volume de gaz hydrogène.

On retire dans cette expérience toute l'ammoniaque employée : ce n'est donc pas l'ammoniaque qui a pu fournir le gaz hydrogène : on ne peut attribuer le gaz hydrogène à l'eau qu'on peut supposer dans l'ammoniaque, car en comparant les quantités, il faudroit admettre que le gaz ammoniac contient plus que son poids d'eau.

Si l'on ne peut attribuer le gaz hydrogène, qui se dégage dans l'expérience qu'on vient de décrire, à l'eau qui est recelée dans le gaz ammoniac, on ne peut également en expliquer l'origine par la composition que Davy attribue à l'ammoniaque. Elle contient, selon lui, un onzième de son poids d'oxigène; cet oxigène se combine avec le potasse pour régénérer l'alcali; mais d'où peut provenir le gaz hydrogène, qui ne contient point l'azote qui devoit résulter de l'ammoniaque, si ce n'est pas le potasse qui l'abandonne ?

Quoique l'analyse que M. Davy a donnée de l'ammoniaque, ne puisse servir à établir l'opinion de la nature métallique du potasse et du soude; quoiqu'une certaine proportion d'oxigène dans cette substance n'ait rien qui répugne aux principes de la chimie; mon fils se détermina avant qu'on connût les détails des nouvelles expériences, à soumettre cette analyse à un nouvel examen, en prenant toutes les précautions nécessaires pour parvenir à des résultats corrects. Je vais rapporter un précis de ses expériences, non pour conclure qu'elles méritent plus de confiance; mais pour avertir que cet objet appelle encore de nouvelles recherches pour dissiper les incertitudes qu'il peut conserver.

Selon Davy, lorsqu'on décompose le gaz ammoniac par l'électricité, le conducteur de platine a été un peu oxidé.

Dans les expériences dont il est question, on s'est servi d'un conducteur de fer, et il n'a pas montré le plus foible indice d'oxidation; on n'a apperçu aucune trace d'humidité sur les parois du vase qui contenoit le gaz; et le mercure qui avoit été fortement desséché, ainsi que le verre, continuoit à montrer cette adhérence au verre qu'il a pendant que l'un et l'autre sont entièrement privés d'humidité.

Selon Davy, en faisant passer le gaz ammoniac

et le gaz qui provenoit de sa décomposition, sur du fil de fer tenu en ignition dans un tube de platine, et de là dans un appareil contenant un mélange réfrigérant, le gaz qui résultoit de sa décomposition, a déposé une humidité sensible, et le récipient est devenu nébuleux. Le fer, de son côté, avoit contracté une légère oxidation et une petite augmentation de poids, pendant que le gaz ammoniac, qui n'avoit pas subi de décomposition, ne laissoit appercevoir aucune humidité, quoiqu'il passât dans un tube enveloppé d'un mélange très-réfrigérant.

L'auteur des nouvelles expériences a fait passer vingt litres de gaz ammoniac à travers un tube de porcelaine incandescent, auquel étoient ajustés des appareils propres à condenser, avant le passage dans le tube, l'eau qui est toujours entraînée par le gaz ammoniac de même que celle qui auroit dû se former pendant la décomposition de l'ammoniaque, mais il n'a point obtenu de cette dernière.

Il a ensuite fait passer le gaz ammoniac sur du fer dans un tube incandescent : le poids du fer n'a augmenté que d'une quantité presque insensible ; ce fer a donné, dans sa dissolution par l'acide sulfurique, sensiblement la même quantité de gaz hydrogène que celui qui n'avoit pas subi l'opération ; il avoit perdu totalement sa

ductilité, et il étoit devenu plus cassant qu'aucun fer connu ; mais ces changemens ne peuvent être attribués à l'oxidation. Le gaz provenant de cette décomposition a donné les mêmes proportions d'hydrogène et d'azote que celui dont la décomposition s'étoit faite sans la présence du fer.

Après avoir cherché inutilement, par ces moyens, des indices de l'existence de l'oxigène dans l'ammoniaque, il a fait l'analyse du gaz qui provient de sa décomposition, et d'après les données qu'il a adoptées, il a trouvé qu'un poids donné d'ammoniaque est exactement représenté par le poids de l'azote et de l'hydrogène qu'on en extrait ; que les volumes de gaz hydrogène et de gaz azote contenus dans le gaz ammoniac bien sec, sont entre eux : : 755 : 245 ; et conséquemment que 100 parties pondérales d'ammoniaque contiennent 18.87 d'hydrogène et 81.13 d'azote.

Les analyses ont été faites plusieurs fois, et répétées avec scrupule sous les yeux de MM. Thenard et Gay-Lussac : les données sur lesquelles sont fondés les calculs, sont les nombres suivans, extraits du mémoire de MM. Biot et Arago : à la température 0 et à la pression de $0^m.76$, la densité de l'air atmosphérique étant 1, celle du gaz hydrogène = 0.07321 : celle du gaz azote = 0.96913, et celle du gaz ammoniac = 0.59669.

Quoi qu'il en soit, il faut se rappeler que la composition de l'ammoniaque, qu'il est fort intéressant pour la chimie de connoître avec exactitude, ne peut cependant servir à expliquer le dégagement de gaz hydrogène par l'ammoniaque.

Je reviens aux considérations qui concourent à confirmer que le potasse et le soude ne sont pas des métaux, mais des hydrures d'alcali.

Tous les oxides métalliques connus ont une pesanteur spécifique plus petite que les métaux dont ils proviennent; mais le potasse et le soude en ont une qui est près de trois fois moins grande que celle des oxides supposés, quoique les métaux ne doivent s'être combinés qu'avec une petite proportion d'oxigène. Cette légèreté spécifique me paroît inconciliable avec la désoxidation des métaux; on peut la regarder au contraire comme une conséquence de la combinaison avec une grande proportion d'hydrogène.

Cette combinaison est rendue probable par la propriété qu'a montrée le potasse d'absorber encore beaucoup d'hydrogène, et l'on peut expliquer, par la proportion de l'hydrogène combiné, les petites différences qui se sont présentées à ceux qui ont observé le potasse et le soude.

Davy rapporte que « Lorsque la potasse solide ou la soude, dans l'état où elles conduisent

l'électricité, étoient renfermées dans des tubes de verre pourvus de fils de platine soumis à l'électricité, les substances nouvelles étoient produites à la surface négative : il fut prouvé par les épreuves les plus délicates, que le gaz qui se dégageoit à l'autre surface étoit de l'oxigène pur, et à moins qu'il ne se trouvât un excès d'eau, il ne se dégageoit aucun gaz de la surface négative.»

Il est prouvé, par des expériences que je crois incontestables, que la potasse qui a été poussée au feu jusqu'au point de s'évaporer elle-même, contient près de 14 parties d'eau qu'elle abandonne, lorsqu'après l'avoir combinée avec un acide, on pousse à un grand feu la combinaison qu'elle a formée. Or cette eau, dont Davy a négligé la considération, doit éprouver une décomposition dans le cercle électrique, lorsque l'action de l'électricité est devenue assez puissante pour l'emporter sur la force d'affinité qui la défendoit : pendant que l'oxigène se dégage au pôle positif, comme l'a observé Davy, l'hydrogène devroit se dégager au pôle négatif; mais Davy a trouvé qu'il ne s'en dégageoit point : l'hydrogène a donc dû entrer en combinaison, et il sert à expliquer la formation du potasse et du soude, ou des hydrures de potasse et de soude (1).

---

(1) Hisinger et Berzelius avoient déja observé, dans

Gay-Lussac a fait voir, en s'appuyant sur un rand nombre de faits (1), qu'en comparant la pesanteur spécifique des corps avec leur capacité de saturation, plus un corps a de pesanteur spécifique, moins il a de capacité de saturation. Si l'on pouvoit regarder ce principe comme complètement établi, le métal du potassse et du soude devroit se combiner avec une proportion d'oxigène beaucoup plus grande que celle qui réduit les autres métaux en oxides, ce qui est loin d'avoir lieu dans la supposition de leur oxidation.

Gay-Lussac et Thenard ont observé qu'en traitant des quantités égales de métal de potasse, par l'eau et par le gaz ammoniac, on obtenoit absolument de part et d'autre la même quantité de gaz hydrogène : suivant l'opinion de Davy, le métal prend dans un cas, l'oxigène de l'eau dont il dégage l'hydrogène, et dans l'autre il prend l'oxigène de l'ammoniaque, dont il dégage aussi l'hydrogène : or, les proportions d'hydrogène qui se trouvent combinées avec

---

une expérience sur le muriate de chaux, que lorsque le fil négatif se couvrit de chaux, le gaz hydrogène avoit cessé de se dégager, et ils conjecturèrent qu'il s'étoit combiné avec la chaux.

(1) Mém. de la Soc. d'Arcueil. I.

l'oxigène dans l'eau et dans l'ammoniaque sont très-différentes, et l'on devroit trouver une différence pareille dans la quantité de gaz hydrogène, qui se dégage dans les deux circonstances.

Revenons aux expériences qui ont été publiées sur les alcalis soumis au circuit de l'électricité voltaïque.

Peu de tems après que Thenard et Gay-Lussac eurent fait connoître le procédé qu'ils employoient pour produire le potasse et le soude, M. Curaudau en a publié un (1) qui consiste à pousser à un grand feu dans une cornue de grès ou dans un tube de fer, un mélange de quatre parties de charbon et de trois parties de carbonate de soude ou de carbonate de potasse, avec une petite quantité d'huile de lin pour réunir les substances; c'est du charbon de substance animale qu'il a employé. On chauffe graduellement, mais dès que la matière est obscurément rouge, on peut augmenter le feu jusqu'à ce qu'on apperçoive dans l'intérieur de la cornue ou du tuyau de fer une belle lumière bleu céleste : à cette lumière succède bientôt une vapeur très-abondante qui obscurcit tout l'intérieur du vase; c'est le métal qui se dégage du

(1) Ann. de chim. LXVI.

mélange, alors il ne faut plus augmenter le feu pour éviter la fusion du vase.

Pour recueillir le métal à mesure qu'il se forme, on introduit dans le vide du vase une tige de fer bien décapé, et on la retire au bout de 4 à 5 secondes; alors elle est couverte du métal qu'on enlève en plongeant subitement la tige de fer dans un vase rempli d'essence de térébenthine plongé dans un baquet d'eau, pour empêcher que l'essence ne prenne une température trop élevée.

Cette expérience curieuse prouve que le charbon a comme le fer la propriété de donner l'apparence métallique aux alcalis; par une simple distillation, on n'obtiendroit pas les produits, parce que l'hydrogène carburé qui se produiroit en même tems, décomposeroit les nouvelles substances, comme l'ont fait voir les expériences de Thenard et Gay-Lussac, mais en portant une tige froide contre leurs vapeurs, elles s'y fixent avant d'être décomposées.

Le métal qu'on obtient par ce procédé ne paroît pas aussi pur que celui qui est produit par le courant électrique, ou par l'action du fer; il retient en combinaison une portion de charbon, comme s'en sont assurés Gay-Lussac et Thenard.

M. Ritter qui s'est occupé de l'action de l'élec-

tricité produite par la pile voltaïque sur la potasse et la soude, aussitôt qu'il a connu les expériences de Davy (1), a observé qu'en plaçant un peu de mercure dans une petite excavation creusée dans la potasse, et en le faisant communiquer avec le pôle négatif de la pile par un fil conducteur, le mercure forme immédiatement cette espèce d'amalgame déjà trouvée par Davy; il décrit plusieurs propriétés de cette amalgame, dont la consistance varie selon les proportions, et qui se décompose peu-à-peu à l'air, et plus rapidement dans l'eau, en donnant un dégagement de gaz hydrogène, et en laissant le mercure dans sa pureté. Une propriété remarquable de cette amalgame, c'est que le mercure qui la compose acquiert la propriété de se combiner facilement avec les métaux avec lesquels on réussit à peine de l'unir par un autre moyen tel que le fer.

Parmi tous les métaux que l'auteur a essayés comme pôle négatif, le tellure est le seul qui n'ait pas produit la moindre trace de la nouvelle substance, ce qu'il attribue à la propriété que le métal doit avoir d'attirer plus fortement l'hydrogène que la potasse, et de former lui-même un hydrure. Il faut remarquer qu'il regarde le

(1) Lettre à M. Weiss. Journ. de phys. LXVI.

potasse et le soude comme des hydrures et non comme des métaux, et que c'est sur cette supposition qu'il établit toutes ses explications.

M. Séebeck a soumis les différentes terres aux mêmes expériences que les alcalis, en plaçant le mercure au pôle négatif, et il a observé qu'elles présentoient des phénomènes de combustion semblables, et qu'elles prenoient également l'apparence métallique ; il n'y a que la silice qui ne lui en ait montré aucun indice. Trommsdorf, qui a fait beaucoup d'expériences sur cet objet a trouvé que l'ammoniaque avoit aussi la propriété de former une amalgame avec le mercure (1).

Ritter avoit jeté des doutes sur les phénomènes annoncés par Séebeck, sans doute parce que sa pile n'étoit pas assez puissante ; mais l'on a appris que Davy qui poursuit, comme on devoit s'y attendre, la carrière féconde qu'il a ouverte, a vérifié ses résultats sur toutes les terres: la silice même n'a pas résisté à ses moyens, mais la barite est la seule dont il ait pu dégager le mercure par la distillation ; c'est alors une substance très-blanche qui possède à un haut degré l'éclat métallique.

M. Davy a tiré de ses belles découvertes

(1) Ann. de chim. LXVI.

des conséquences générales sur lesquelles on peut faire quelques observations.

Il observe dans son mémoire sur quelques effets chimiques de l'électricité, que parmi les substances qui se combinent chimiquement, toutes celles dont les énergies électriques sont bien connues, manifestent des états opposés, en sorte qu'en supposant une liberté parfaite dans le mouvement de leurs particules ou de la matière élémentaire, elles devroient s'attirer l'une l'autre en conséquence de leur pouvoir électrique; mais si l'on donne à l'un des deux corps unis par cette force un état électrique différent de celui qu'il possède naturellement; c'est-à-dire, si on l'amène artificiellement à un état semblable à celui de l'autre corps, on détruit l'attraction qui produit leur union. De là il est porté à croire que l'affinité n'est autre chose qu'une disposition électrique opposée, et il appuie cette vue de plusieurs considérations ingénieuses.

L'expérience fait voir qu'il existe entre les molécules de la matière une espèce d'attraction que l'on désigne par le nom d'affinité, et en vertu de laquelle ils forment toutes les combinaisons, quelle qu'en soit la cause : cette force produit la cohésion ; or on ne peut supposer que dans un corps composé de

molécules identiques, une moitié des molécules soit douée d'une électricité, et l'autre moitié d'une électricité opposée (1). La même observation s'applique à tous les corps solides dont les parties intégrantes ont la même composition, et rien ne peut faire soupçonner que l'action réciproque par laquelle des molécules hétérogènes se combinent, soit d'une autre nature.

On a découvert des forces qui peuvent surmonter l'affinité ou la rendre plus active. C'est une acquisition précieuse que nous avons faite; mais elle ne détruit pas les résultats de l'observation : elle a multiplié les faits : elle a déja fait connoître la cause de quelques phénomènes dont l'explication étoit incertaine ou incomplète ; par exemple celle des précipitations mutuelles des métaux de leur dissolvant ; elle devient un instrument puissant pour des découvertes ultérieures ; mais elle ne porte pas plus atteinte aux principes de la science, que l'action si féconde de l'affinité n'en a porté aux lois mécaniques auxquelles sont soumis les

(1) Je trouve déja cette observation présentée avec clarté dans une thèse de chimie générale qu'a fait soutenir à Chambéry, M. Socquet, connu avantageusement par plusieurs productions.

corps. On doit espérer qu'on découvrira encore de nouvelles forces, ou de nouveaux agens, qui feront connoître la cause de plusieurs phénomènes jusqu'à présent inexplicables, sans que pour cela la théorie ait besoin de rétrograder.

Il dit dans son dernier mémoire « que la découverte des effets des gaz a détruit l'hypothèse de Stahl, et que la découverte du pouvoir et des effets des substances éthérées, *éthérials*, pourra peut-être, à l'avenir, avoir la même influence sur l'hypothèse ingénieuse et plus rafinée de Lavoisier. »

Cette incertitude jetée sur les fondemens de la science par un chimiste si distingué, pourroit autoriser ces divagations infructueuses, par lesquelles on voit si souvent des personnes peu exercées prétendre renverser ces fondemens.

L'hypothèse ingénieuse de Stahl expliquoit une propriété commune à un grand nombre de corps, par la supposition d'une substance qui entre en combinaison avec ces corps ou qui les abandonne : on se contentoit de cette supposition : on négligeoit d'observer les changemens réels qui surviennent dans ces corps et les circonstances qui déterminent, accompagnent et font varier le phénomène de la combustion.

Lavoisier s'appuya sur ces maximes (1) qu'on ne doit rien conclure au-delà de ce que les expériences présentent; qu'il est probable que nous ne connoissons point les élémens ou premiers principes des corps, mais que nous devons attacher aux noms d'élémens ou de principes des corps, l'idée du dernier terme auquel parvient l'analyse; que puisque les principes résistent à tous nos moyens d'analyse, quoiqu'ils soient peut-être composés eux-mêmes de plusieurs autres, ils agissent à notre égard comme des corps simples, et que nous ne devons les supposer composés qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auront fourni la preuve.

En partant de là, il observa la combustion des différens corps, il détermina par la balance les combinaisons qui se formoient entre les corps combustibles et l'oxigène; il mesura, par d'autres expériences, les effets de la chaleur qui se dégage : il lia ses observations et en représenta les résultats dans sa théorie.

Il me semble qu'on ne peut s'écarter de la route qu'a suivie Lavoisier, sans s'exposer

(1) Elém. de chim. Disc. prélim.

à s'égarer dans des hypothèses arbitraires. On peut découvrir des causes nouvelles qui détruisent ou qui favorisent l'action de l'affinité par laquelle les corps tendent à former des combinaisons : on peut pousser à une plus grande perfection les analyses des différentes substances, mais il faudra toujours s'arrêter aux limites fixées par l'expérience.

Prenons pour exemple la composition de l'eau, contre laquelle on voit encore s'élever des objections. On a conclu de l'expérience, qu'elle étoit composée d'une certaine proportion d'oxigène et d'hydrogène. Si l'observation eût été imparfaite, si l'on faisoit voir que le poids de l'oxigène et de l'hydrogène employés n'égale pas celui de l'eau produite, on seroit en droit de s'élever contre la composition qu'on lui attribue ; mais en admettant l'exactitude des résultats, la conséquence est nécessaire, à moins que dans une expérience dont on puisse évaluer toutes les circonstances, on ne change un poids donné d'hydrogène en un même poids d'eau, et que dans une autre, on ne présente le même résultat pour l'oxigène : alors même nous ne serons pas obligés de changer de langage, excepté dans les circonstances où l'on aura prouvé que l'oxigène et l'hydrogène se

résolvent en ces principes dont on aura fait voir qu'ils sont composés, et dont l'un commun à l'oxigène et à l'hydrogène est impondérable.

Ainsi en supposant que la potasse soit un oxide dont on a pu séparer l'oxigène, l'explication de toutes les expériences connues jusqu'aux découvertes de M. Davy reste sans altération ; mais en soumettant la potasse à des forces plus puissantes, elle se réduit en métal et en oxigène.

Si l'hypothèse, que les nouvelles substances sont des hydrures, s'établit définitivement, on ne trouvera dans ce genre de combinaison qu'un développement nouveau de propriétés déja connues. La composition de l'eau fait voir que l'hydrogène possède une grande capacité de saturation ; l'action que la lumière exerce sur lui ; les combinaisons qu'il forme avec le carbone, le phosphore, le soufre et l'azote, sont une autre preuve de la puissance de son affinité ; il est donc probable qu'il possède une grande tendance à se combiner avec toutes les substances, mais dans les circonstances ordinaires, ce gaz ne peut agir que par une petite masse ; son élasticité et la force de cohésion ou l'état de combinaison de la substance antagoniste, sont des obstacles qui

s'opposent à sa combinaison, et ces obstacles sont surmontés dans les circonstances où l'on vient de placer les alcalis et les terres que l'on prive de l'eau qui y étoit retenue, et dont on favorise la combinaison avec l'hydrogène, ainsi que dans d'autres expériences on détermine sa combinaison avec l'azote pour former l'ammoniaque.

Si l'on veut introduire sur la composition des corps des possibilités imaginaires : si l'on oppose aux résultats précis de l'expérience, des phénomènes dont l'explication est encore vague et incertaine, comme celle de plusieurs phénomènes météorologiques que l'on a crus incompatibles avec la composition de l'eau, on pourra prétendre qu'il n'y a qu'une espèce de métal qui, modifié par un certain principe, donne l'apparence des différens métaux; on réduira les corps à quelques principes hypothétiques, et l'on répandra le doute et l'incertitude sur les connoissances physiques les plus positives.

L'impression de ce qui précède étoit terminée, lorsque j'ai entendu (le 15 novembre) la lecture d'un mémoire présenté à l'Institut par MM. Gay-Lussac et Thenard sur la décompo-

sition de l'acide boracique. Cette découverte est trop importante pour laisser échapper l'occasion de la consigner ici.

On a vu p. 138, que Davy avait apperçu des indices de décomposition dans l'acide boracique qu'il avoit soumis à l'électricité. Gay-Lussac et Thenard avoient aussi remarqué ces indices en employant les moyens chimiques qu'ils ont mis en concurrence avec l'action électrique ; les nouvelles expériences dont ils ont bien voulu me communiquer le précis, ont achevé d'éclairer cet objet.

Pour décomposer l'acide boracique, on le prend parfaitement vitrifié, et on l'introduit avec son poids de métal de la potasse dans un tube de cuivre communiquant avec l'appareil au mercure, au moyen d'un tube de verre. A froid, il ne paroît y avoir aucune action entre les deux corps ; mais en élevant la température jusqu'à 150° environ, il s'en manifeste une qui est très-vive ; le mélange rougit subitement, et il ne se dégage qu'une très-petite quantité d'hydrogène égale à peine au 50ème. de celle que donneroit le métal de la potasse avec l'eau. En laissant refroidir le tube, après l'avoir porté au rouge obscur, on trouve au lieu du mélange employé, une masse noirâtre fortement alcaline.

Lorsqu'on la jette dans l'eau, il n'y a ni inflammation, ni dégagement de gaz hydrogène; il se précipite une matière en poudre impalpable, d'une couleur gris-verdâtre, et l'eau tient en dissolution de la potasse et du borate de potasse. La matière gris-verdâtre, lavée jusqu'à ce qu'elle ne présente plus aucune trace d'acide ou d'alcali, est le radical de l'acide boracique, et jouit des propriétés suivantes : elle est insoluble dans l'eau, et n'a ni saveur ni odeur; elle n'altère point la couleur du sirop de violettes, et la teinture de tournesol; le feu ne peut la fondre ni la volatiliser : elle n'a aucune apparence métallique, et sa pesanteur spécifique n'est pas très-grande.

Ces propriétés semblent la rapprocher du charbon, mais elle en diffère essentiellement, et n'en renferme même aucune trace.

Lorsqu'on chauffe sur le mercure 3 à 4 décigrammes de cette matière dans une cloche d'un litre et demi de capacité, et remplie de gaz oxigène, elle éprouve bientôt une combustion des plus vives, et l'absorption de l'oxigène est si rapide que la cloche est soulevée par la rentrée subite du mercure. Pendant qu'elle brûle, elle est fortement incandescente, mais elle ne présente point de flamme, parce qu'elle n'est pas

volatile. Si la quantité d'oxigène est convenable, elle est absorbée complètement, et il n'y a production d'aucun autre gaz : ce qui reste après la combustion, est aglutiné, et présente une couleur noire; l'eau qu'on verse dessus devient acide, mais elle ne dissout point tout, et il reste beaucoup d'une poudre noire. Cette dernière lavée suffisamment, et chauffée dans du gaz oxigène, brûle de nouveau avec incandescence, mais plus lentement que la première fois, et sans absorber, relativement à sa quantité, autant d'oxigène. Le nouveau résidu est encore aglutiné, et rend l'eau acide. En répétant ainsi les lavages et la combustion dix à douze fois, on finit par détruire complètement la matière employée, et à la changer en un acide vitrifiable, très-fixe, cristallisable, donnant avec la barite un précipité soluble dans un excès d'eau, et présentant, en un mot, tous les caractères de l'acide boracique.

La combustion de la nouvelle matière se fait aussi dans l'air atmosphérique, et le produit est le même; l'acide nitrique l'attaque vivement, et après une forte évaporation, il reste une matière acide qui est encore de l'acide boracique. Enfin projetée dans un creuset d'argent rouge, avec du nitre ou du muriate sur-oxigéné de

potasse, elle brûle très-vivement, et on trouve dans le résidu de l'acide boracique. Il est donc évident, par toutes les expériences précédentes, que la matière gris-verdâtre ne ressemble point au charbon, ni à aucune autre matière connue. Elle jouit sans doute d'un grand nombre de propriétés particulières, qui seront le sujet d'un mémoire particulier ; mais pour le moment elle est suffisamment caractérisée par celle de reproduire l'acide boracique, en se combinant avec l'oxigène, et par la manière dont s'opère sa combustion.

Quoique cette substance ait beaucoup d'affinité pour l'oxigène, et le condense fortement, il est facile d'expliquer pourquoi elle ne brûle pas tout de suite complètement à la manière du charbon, du soufre ou du phosphore. En effet, à mesure qu'elle s'enflamme à sa surface, il se produit une couche d'acide boracique, qui défend le reste du contact du gaz oxigène, et l'empêche par conséquent de brûler; mais lorsque l'eau a enlevé l'acide, la combustion peut s'opérer de nouveau.

On observe constamment en brûlant la nouvelle substance, que sa première combustion est extrêmement rapide, et qu'elle demande beaucoup d'oxigène, tandis que les suivantes en demandent moins, et sont plus lentes.

On observe encore que l'eau dont on se sert pour laver le mélange, après l'avoir retiré du tube de cuivre, se colore quelquefois très-fortement pendant qu'elle est alcaline et qu'elle a le contact de l'air. Cette expérience, et la précédente, semblent indiquer qu'avant de devenir acide, la nouvelle substance forme un oxide intermédiaire, dont il sera facile de constater l'existence.

Fin de l'Introduction.

PRÉFACE
DE L'AUTEUR.

L'homme, dès qu'il commence à penser et à raisonner, porte naturellement son attention sur les objets qui l'environnent de toutes parts. Frappé de leur nombre, de leur diversité, de leur beauté, il doit éprouver le desir d'en connoître mieux les propriétés et les usages. Et comment ce desir ne deviendroit-il pas un besoin pour lui s'il réfléchit qu'il est dans une entière dépendance de ces objets, non pas simplement pour ses plaisirs et sa commodité, mais encore pour la conservation de sa propre existence. De là cette curiosité, cette soif ardente d'apprendre et de savoir, qui animent et distinguent les grandes ames.

La nature se présente à nous sous deux points de vue différens; car nous pouvons ou ne voir qu'en eux-mêmes et isolément chacun des objets qu'elle nous offre, ou les considérer dans leur ensemble et sous le rapport de la connexité qu'ils ont entre eux. Dans le premier cas, nous contemplons la nature comme étant dans un état de repos, et nous nous bornons à rechercher quelle est la ressem-

blance ou la différence qui peut exister entre un objet et un autre. Dans le second cas, c'est sur l'action réciproque des substances entre elles, et sur les changemens produits par cette action, que porte notre examen de la nature. On a donné la dénomination d'*histoire naturelle* au premier de ces deux modes de considération des objets, et celle de *science* au second. Ainsi la science naturelle est un exposé des *événemens* qui ont lieu dans le monde matériel. Mais chaque événement, ou, ce qui est la même chose, chaque changement dans les corps indique un mouvement; car l'idée de l'un entraîne nécessairement la supposition de l'autre. La science est donc dans le fait la considération des *mouvemens* auxquels les corps sont assujétis en conséquence de l'action qu'ils exercent les uns à l'égard des autres.

Or les corps diffèrent extrêmement dans leurs distances respectives. Quelques-uns, comme les planètes, sont séparés par des millions de myriamètres, tandis que d'autres, tels que les molécules dont l'eau est composée, sont tellement rapprochés que nous ne pouvons, au moins par nos sens, appercevoir aucune distance entre eux; et ce n'est qu'à l'aide de certaines propriétés dont ces corps jouissent, qu'il nous est possible de découvrir qu'ils ne sont pas en contact réel. Mais la *quantité* de changement ou de mouvement, résultant de l'action d'un corps sur un autre, doit dépendre, au moins jusqu'à un certain point, de la distance qui existe entre eux. Si cette distance est assez grande pour être

sensible, et par conséquent susceptible d'être mesurée exactement, chaque changement qui s'y opérera sera également appercevable, et de nature à pouvoir être évalué. Mais lorsque la distance entre deux corps est trop petite pour pouvoir être saisie par nos sens, il est évident que nous ne pouvons discerner aucun changement dans cette distance, et que par conséquent tout mouvement relatif dans de semblables corps devra être insensible pour nous.

La science se divise donc naturellement en deux grandes branches, dont la première comprend tous ceux des événemens naturels qui sont accompagnés de mouvemens *sensibles*, et dont l'autre a pour objet les événemens dans lesquels il ne nous est pas possible d'*appercevoir* de mouvement. On a distingné pendant longtems en Angleterre la première de ces branches par le nom de *philosophie naturelle*, et, depuis peu, par la dénomination plus convenable de *philosophie mécanique*; la seconde est connue sous le nom de *chimie*.

1. La chimie est, d'après cette distinction, la science qui traite de ces événemens ou changemens dans les corps naturels, qui ne se présentent pas à nous avec des mouvemens *sensibles*.

Les événemens de ce genre que la chimie a pour objet, sont tout aussi nombreux, et tout aussi importans que ceux qui appartiennent à la philosophie mécanique; car ils comprennent presque tous ceux des changemens dans les objets naturels qui se rapportent le plus immédiatement à nous, et qui nous

intéressent le plus essentiellement. La chimie doit donc exciter toute notre attention, non-seulement par l'attrait qu'elle nous offre en ouvrant un vaste champ à notre ardeur d'acquérir des connoissances, mais encore en ce qu'elle ajoute à nos ressources en étendant notre domination sur le monde matériel; et sous ce double rapport, elle est pour nous une source de jouissances, et le moyen d'augmenter notre pouvoir.

Comme science, la chimie se lie intimement à tous les phénomènes de la nature. On entreprendroit en vain sans son secours de donner une explication satisfaisante des causes de la pluie, de la neige, de la grêle, de la rosée, du vent, des tremblemens de terre, et même des changemens de saisons; et c'est également dans cette source qu'ont été puisées nos lumières acquises sur la végétation des plantes, et sur quelques-unes des plus importantes fonctions des animaux. Quelle étude seroit plus propre à exalter notre imagination, que celle qui nous offre le tableau d'effets les plus étonnans produits sans cesse et partout par les moyens les plus simples, quoique le plus convenablement réglés, et qui nous met à portée de nous convaincre avec quel soin admirable tout ce qui se présente à nous paroît avoir été ordonné pour assurer la conservation et le plus grand avantage de tout être vivant? Comme art, la chimie a des rapports avec toutes nos manufactures. Le verrier, le potier, le forgeron et tout ouvrier en métaux, le tanneur, le savonnier, le tein-

turier, le blanchisseur, etc., sont en réalité des chimistes praticiens, et les perfectionnemens les plus essentiels apportés dans tous ces arts dérivent des progrès que la chimie a faits comme science. Ce n'est qu'avec le secours de la chimie que l'agriculture peut trouver des moyens d'amélioration raisonnés, et d'un effet certain; et les avantages que la médecine a retirés de la chimie sont trop évidens pour qu'il puisse être nécessaire de les énoncer.

Le mot CHIMIE semble être d'origine égyptienne, et avoir été dans le principe équivalent à notre expression *philosophie naturelle* dans son acception la plus étendue, comprenant tout ce que les anciens pouvoient connoître des objets naturels. Dans la suite des tems, la signification de ce mot paroît avoir été plus limitée. Elle fut par degrés restreinte à l'*art de travailler les métaux*, à raison sans doute de la grande importance attachée à cet art par les anciens, qui en regardèrent les inventeurs, et ceux qui le perfectionnèrent, comme les plus grands bienfaiteurs de l'humanité, qui érigèrent des statues et consacrèrent des temples en leur honneur, et qui les élevèrent même au rang des dieux.

Pendant combien de tems le mot *chimie* conserva-t-il cette signification nouvelle? C'est ce qu'il ne nous est pas possible de dire; mais on voit que dans le 3e. siècle, on employoit ce terme dans un sens encore plus borné, puisqu'il ne désignoit plus que l'art de faire l'*or* et l'*argent*. La cause de cette plus grande limitation dans la signification du mot,

et l'origine de l'opinion que l'or pouvoit être le produit de l'art, sont également inconnus. La science de la chimie, dans cette dernière acception, fut cultivée avec la plus grande ardeur par les prêtres grecs : elle fut transmise par les Grecs aux Arabes, et ceux-ci l'introduisirent dans l'Ouest de l'Europe. Ceux qui faisoient profession de se livrer à cette science, se formèrent insensiblement en une secte, sous le nom d'ALCHIMISTES, terme qu'on suppose être simplement le mot *chimiste* précédé de l'article arabe *al.*

Les alchimistes établirent comme premier principe, que tous les métaux sont composés des mêmes élémens, ou du moins, que les substances qui forment l'or existent dans tous les métaux, salies, il est vrai, par diverses impuretés, mais susceptibles d'être ramenées, par une purification convenable, à un état parfait. Le grand objet de leurs recherches fut donc de trouver les moyens d'opérer ce changement, et par conséquent de convertir en or les métaux servant de bases. Ils donnèrent le nom de *lapis philosophorum* (pierre des philosophes) à la substance dans laquelle résidoit éminemment cette propriété de conversion ; et beaucoup d'entre eux se vantoient d'être en possession de cet agent si puissant.

Ainsi, pour les alchimistes, la *chimie* étoit l'art de faire la pierre philosophale. Ils affirmoient que cet art étant au-dessus de toute intelligence humaine, la connoissance n'en étoit suggérée qu'à ceux des

sages qui étoient particulièrement favorisés de la divinité. Le petit nombre de ces êtres fortunés et privilégiés qui avoient la connoissance de la pierre philosophale, s'appeloient *adepti* (adeptes), c'est-à-dire gens ayant obtenu la possession du secret. Ces initiés prétendoient n'avoir pas la liberté de communiquer ce secret, assurant que les plus grands maux retomberoient sur la tête de celui d'entre eux qui seroit assez hardi pour en faire la révélation à aucun des fils des hommes, sans la manifestation la plus clairement exprimée de l'autorité divine.

En conséquence de ces notions, les alchimistes se firent une règle de vivre autant que cela leur étoit possible, dans la retraite; ils mettoient le plus grand soin à ne rien laisser appercevoir de leurs opinions, de leurs connoissances, de leurs travaux. Dans leurs communications entre eux, ils avoient adopté un langage mystique et métaphorique. Ils faisoient usage de signes et de figures particulières, de manière à rendre entièrement inintelligibles pour le commun des lecteurs leurs écrits que les adeptes seuls pouvoient comprendre. Malgré tous ces obstacles, il parut dans ces tems de ténèbres un grand nombre d'ouvrages d'alchimie, dont plusieurs sous les véritables noms de leurs auteurs, mais dont un beaucoup plus grand nombre encore avec des titres déguisés, ou attribués à des sages célèbres de l'antiquité.

On ignore jusqu'à quel point la pratique de l'alchimie se propagea parmi les anciens, et même

jusqu'à quel point elle donna lieu à la formation d'une secte. On en trouve des traces chez les Arabes, qui, aussitôt après les conquêtes des califes, tournèrent leur attention vers la littérature, et inculquèrent à nos barbares ancêtres les premiers germes des sciences.

Les principaux écrivains chimistes arabes furent Geber et Avicenne; et leurs écrits, au moins ceux qu'on a quelque raison de considérer comme authentiques, ne se ressentent que très-peu de ce ton mystérieux et énigmatique, qui dégénéra depuis en système.

L'alchimie semble s'être établie dans l'Ouest de l'Europe vers le 9e. siècle. C'est entre les 11e. et 15e. siècles que les alchimistes ont eu le plus de célébrité. Les écrivains, qui se firent connoître dans cet intervalle de tems, étoient en assez grand nombre, et l'on remarquoit de grandes différences entre eux sous le double rapport du style et de l'habileté. Quelques-uns de leurs ouvrages sont tout-à-fait inintelligibles, et ce qu'on y trouve exposé ressemble beaucoup plus à des rêveries d'insensés, qu'à des recherches de philosophes sagement dirigées. Il en est d'autres qui, au style métaphorique près, présentent comparativement plus de netteté, ce qui fait supposer dans leurs auteurs beaucoup de finesse et de pénétration ainsi qu'une connoissance assez étendue des objets naturels. On y raisonne souvent avec une grande précision, quoique généralement d'après des principes erronnés; et dans beaucoup de cas, il est assez

facile de juger de l'exactitude de leurs expériences, et même de suivre la trace des circonstances particulières qui les ont amenés à leurs fausses conclusions.

Ceux des alchimistes qui florissoient dans les tems où la science étoit encore dans l'obscurité, et dont les noms méritent d'être conservés, tant sous le rapport de leurs découvertes que sous celui de l'influence qu'ils ont pu avoir sur la direction vers cet objet d'étude, furent Albert-le-Grand, Roger Bacon, Arnold de Villeneuve, Raymond Lulle, et les deux Isaac de Hollande (1).

La plupart des ouvrages des alchimistes sont remarquables en ce qu'ils ne présentent rien que

---

(1) Albert-le-Grand étoit Allemand. Il naquit en 1205, et mourut en 1280. Il y a un grand nombre de ses ouvrages. Le plus remarquable est son traité ayant pour titre : *De Alchymiâ*, qui offre un tableau très-distinct de l'état de la chimie dans le 13ᵉ. siècle.

Roger Bacon, dont le mérite est trop bien connu pour exiger un panégyrique, naquit en 1224, dans le comté de Sommerset en Angleterre. Ses ouvrages sont, pour la plupart, obscurs et même mystiques ; mais il nous fournit généralement les moyens de les expliquer. Il en est qui font preuve d'un génie déja bien éclairé pour le tems où ils parurent. Son traité de *Mirabili potestate artis et naturæ*, auroit fait honneur au lord Bacon lui-même.

On croit qu'Arnold de Villa Nova naquit en Provence, vers l'an 1240. Sa réputation étoit grande ; mais tous ceux de ses écrits que j'ai examinés sont excessivement obscurs, et même souvent inintelligibles.

Raymond-Lulle naquit à Barcelone, en 1235 Ses écrits sont encore plus obscurs que ceux d'Arnold. Celui de ses écrits qui a été le plus remarqué, ayant pour titre : *Dernière volonté et testament*, a été traduit en anglais. On ne sait pas encore à quelle époque existoient les Isaac de Hollande. On suppose que c'étoit dans le 13ᵉ. siècle.

d'obscur et d'absurde. Leurs auteurs s'y vantent tous d'être en possession de la pierre philosophale, et s'annoncent comme faisant profession d'enseigner la méthode pour la faire; mais leur langage énigmatique ne peut être compris que par ceux des adeptes qui sont aidés de l'illumination céleste. Néanmoins dans les tems d'ignorance où leurs écrits parurent, ils acquirent, obscurément et comme en secret, une sorte de crédit; ils firent naître dans les ames cupides le ridicule desir de s'enrichir par les découvertes qu'ils prétendoient leur communiquer, et l'homme foible et inconsidéré se vit en butte aux ruses et aux tours d'adresse d'une foule d'imposteurs, qui coururent le monde en affirmant qu'ils étoient en possession du secret de la pierre philosophale, et en offrant de le communiquer moyennant récompense suffisante. Ces prétendus initiés, après s'être ainsi fait donner des sommes d'argent, s'enfuyoient avec leur butin, ou ils poussoient à bout la patience de leurs élèves, soit à force de dégoûts et de dépenses exhorbitantes, soit par des procès ruineux. Ce fut contre cette espèce d'hommes qu'Erasme dirigea sa satyre, si bien connue, ayant pour titre *Les alchimistes*. Les fourberies de ces imposteurs exaspérèrent insensiblement les esprits contre la secte entière des alchimistes. Il parut des écrits contre eux, partout où l'art de l'imprimerie nouvellement inventé, donnoit à leurs auteurs la facilité de les répandre. Les gens d'esprit les attaquèrent avec l'arme du ridicule. Les hommes instruits s'efforcèrent de faire

voir que leur art étoit impraticable ou au moins d'une difficulté infinie, ils rendirent même probable qu'il n'avoit jamais été compris; et enfin l'autorité fit des lois et établit des peines, qui pussent garantir des pièges des alchimistes imposteurs.

Les chimistes avoient pendant plusieurs siècles attaché beaucoup d'importance à l'idée de découvrir un remède universel capable de guérir toutes les maladies et même de les prévenir; plusieurs avoient avancé que ce remède se trouveroit dans la pierre des philosophes, qui non-seulement convertissoit en or les métaux servant de base, mais qui jouissoit encore d'une vertu souveraine, celle de guérir en un instant toutes les maladies, de prolonger même indéfiniment la vie, et de conférer aux adeptes le don de l'immortalité. Cette notion se propagea insensiblement, et, en conséquence, le mot *chimie* acquit à la longue une signification plus étendue; car non-seulement elle comprenoit l'*art de faire l'or*, mais encore l'*art de préparer le remède universel* (1).

Ce fut justement vers ce tems-là que la première de ces deux branches de la chimie étant tombée en discrédit, la seconde, et avec elle la

(1) Celui qui fit le premier l'application de la chimie à la médecine, fut Basile Valentin, qui, dit-on, naquit en 1394, et fut bénédictin à Monk et à Erfurt en Allemagne. Son *Currus triomphalis antimonii* est le plus renommé de ses ouvrages. Il y préconise les vertus des remèdes antimoniaux, dont il avoit le premier fait la découverte.

chimie, acquit le plus grand degré de célébrité et attira l'attention de toute l'Europe.

Il me semble qu'on peut attribuer à Théophraste Paracelse cette révolution dans la chimie. Cet homme extraordinaire, né en 1493, près de Zurich en Suisse, parvenu à la 34e. année de son âge, après quelques aventures singulières, avoit été choisi par les magistrats de Bâle pour donner des leçons dans leur ville; ainsi ce fut le premier professeur de chimie en Europe. Deux ans après, il eut des altercations avec les magistrats; il quitta la ville, et après avoir fourni une carrière complète d'absurdités et de débauches, il mourut à Salzbourg, âgé de 47 ans.

Le caractère de cet homme est universellement connu. On ne peut disconvenir qu'il fût un imposteur, et qu'il s'attribua la connoissance de secrets qu'il ne possédoit pas. Il est également vrai qu'il s'appropria des opinions et même des faits qui appartenoient à d'autres. Il étoit d'un orgueil et d'une jactance insoutenables; son style étoit ridiculement emphatique; sa vie entière offre un composé de vices et d'absurdités. Quoi qu'il en soit, cependant, on ne peut lui refuser de grands talens, et il faut avouer que ses travaux ne furent pas entièrement inutiles. Il contribua beaucoup à détruire l'illusion à la faveur de laquelle Galien et Avicenne, avoient dans ce tems-là usurpé le pouvoir absolu sur la médecine, et à rétablir Hyppocrate et les observateurs patiens de la nature dans cette influence

qu'ils n'auroient jamais dû perdre. Il est certain que la chimie lui fut redevable d'un éclat qu'elle n'avoit pas auparavant, et qu'il en résulta l'avantage de porter beaucoup d'hommes laborieux qui lui succédèrent, à tourner leur attention vers la science. Il ne faut pas non plus négliger d'observer que Paracelse, en se livrant aux plus grandes absurdités dans le cours de ses spéculations concernant la pierre philosophale et le remède universel, et en présentant ainsi dans sa propre personne l'exemple le plus frappant de la futilité de ces recherches, accéléra plus qu'aucun autre l'époque de la disgrace des alchimistes et leur bannissement du domaine de la science.

Van Helmont, qui naquit en 1577, peut être considéré comme ayant été le dernier des alchimistes. Sa mort porta le dernier coup au remède universel. Ses contemporains, et ceux qui vinrent immédiatement après lui, si l'on en excepte Crollius, et un petit nombre d'admirateurs de Paracelse, ne s'occupèrent plus que des moyens de perfectionner la chimie; et parmi eux les plus remarquables furent Agricola, Beguin, Glaser, Erken, Glauber, Kunckel, Boyle, etc.

Le système de l'alchimie étant ainsi ébranlé jusque dans ses fondemens, les faits qui avoient été recueillis ne présentèrent plus qu'un monceau de ruines et de débris, et la chimie, sans aucuns principes fixes, resta destituée d'objet. C'est alors que parut l'homme de génie, qui, plein de la connoissance

de tous ces faits, pouvoit être à la fois capable de les classer, de concevoir l'idée de leur plus importante application, et de signaler aux chimistes les objets sur lesquels ils devoient, de préférence et pour le plus grand avantage de la science, diriger leurs recherches. Cet homme étoit Beccher. Il remplit cette tâche dans son ouvrage ayant pour titre: *Physica subterranea*, publié à Francfort en 1669. L'apparition de cet ouvrage fonda une ère très-importante dans l'histoire de la chimie, qui fut dès-lors, et pour jamais débarrassée des entraves de l'alchimie, et devint ainsi purifiée, la première ébauche des rudimens de la science, tels que nous les retrouvons encore aujourd'hui.

Ernest Stahl, l'éditeur de la *Physica subterranea*, adopta, aussitôt après la mort de Beccher, la théorie de son maître; mais il la simplifia et la perfectionna tellement qu'il parut se l'être entièrement appropriée; et c'est par cette raison qu'elle a toujours été distinguée par le nom de Théorie stahlienne.

Depuis Stahl, la chimie a été cultivée avec ardeur en Allemagne et dans le Nord; et au nombre des savans distingués de ces pays, qui ont le plus puissamment contribué à ses progrès et à son perfectionnement rapide, on peut particulièrement citer Margraf, Bergman, Schéele, Klaproth, etc.

En France, immédiatement après l'établissement, de l'Académie des sciences en 1666, Homberg, Geoffroy et Lémery acquirent de la célébrité par leurs expériences et leurs découvertes; et dans le

plan nouveau de l'Académie, la chimie devint l'objet essentiel des travaux d'une partie de ce corps illustre. Rouelle, qui fut établi professeur de chimie, à Paris en 1745, parvint à faire partager son enthousiasme au monde lettré de la France, et la chimie devint une étude à la mode. Il se présenta partout des hommes d'un génie éminent; les découvertes se multiplièrent, et cet esprit de la science s'étendit de la nation française à l'Italie, et même à l'Espagne.

Après la mort de Boyle et de quelques-uns des premiers membres de la Société royale, on fit, en Angleterre, peu d'attention à la chimie, qui ne fut cultivée que par un petit nombre d'individus. L'ardeur que Newton avoit inspirée pour les sciences mathématiques, étoit si grande, que pendant bien des années tout homme de génie, en Angleterre, fut entraîné comme par un tourbillon vers ce genre d'étude. Mais lorsque le docteur Cullen fut établi professeur de chimie à Edimbourg, en 1756, il ralluma parmi les étudians la flamme de l'enthousiasme, qui se propagea bientôt de tous côtés par les découvertes subséquentes de Black, de Cavendish et de Priestley. Ce feu nouveau se mêlant à ceux qui brûloient déja en France, en Allemagne, en Suède et en Italie, la science de la chimie se trouva briller partout à la fois d'un éclat sans exemple. De là les progrès rapides que cette science a faits dans ces 50 dernières années, l'attention universelle qu'elle a excitée, et les lumières inattendues qu'on

y a puisées pour le perfectionnement de plusieurs arts et manufactures de la première utilité.

L'objet de cet Ouvrage est de présenter, autant que cela est possible, un tableau complet de l'état présent de la science de la chimie, et d'offrir en même tems la trace de ses progrès successifs, à partir de l'époque où, encore enveloppée de ténèbres, elle commença à être un objet particulier d'études, jusqu'à celle du perfectionnement où elle est aujourd'hui parvenue. En faisant ainsi marcher de pair le traité de la science avec son histoire, les faits se classeront plus facilement dans la mémoire. Ils seront mieux entendus, et nous aurons en même tems payé le tribut de respect que méritent, à si juste titre, les personnages illustres dont les travaux et les recherches ont été si glorieusement consacrés à l'avancement de la science.

Un exposé complet de l'état présent de la chimie doit non-seulement comprendre le détail de cette science considérée en elle-même, mais aussi son application aux substances, telles qu'elles existent dans la nature, constituant les minéraux, les végétaux et les animaux. Nous diviserons donc cet Ouvrage en deux parties. La première traitera de la *science de la chimie* proprement dite, et la seconde consistera dans un *examen chimique de la nature.*

SYSTÊME
DE CHIMIE.

PREMIÈRE PARTIE.

Principes de la Chimie.

[*Objet de la Chimie.*] La Chimie a pour objet la recherche des parties constituantes des corps, l'examen des composés formés par la combinaison de ces parties, et la considération de la nature de la puissance en vertu de laquelle ces combinaisons ont lieu.

Cette science est donc ainsi susceptible de trois grandes divisions.

La première doit traiter des parties composantes des corps, parties qu'on appelle SUBSTANCES SIMPLES ;

La seconde, des CORPS COMPOSÉS formés par l'union des substances simples ;

La troisième, de la puissance connue sous le nom d'AFFINITÉ, qui détermine cette union.

Ces trois parties principales feront le sujet des trois livres suivans.

LIVRE PREMIER.

DES SUBSTANCES SIMPLES.

[*Définition.*] On considère comme substances simples les corps qui n'ont pas encore été décomposés, et qu'aucun phénomène, observé jusqu'à présent, n'indique comme étant susceptibles de l'être. Il est possible cependant que les corps, qu'ainsi nous jugeons être des substances simples, et qui étoient désignés par les anciens philosophes, sous la dénomination d'*élémens*, comme des particules de la matière incapables d'une plus grande diminution ou division, soient réellement des composés; mais jusqu'à ce qu'on en ait acquis la preuve, on ne peut, avec raison, les supposer tels. Si tous les élémens des corps nous étoient connus; si aucune des combinaisons que ces élémens sont susceptibles de former entre eux ne pouvoit échapper à notre examen, la science de la chimie seroit parvenue à son plus haut degré de perfection. Nous sommes encore loin de ce terme.

[*Division.*] Les substances simples connues jusqu'à présent sont au nombre de 38. Elles peuvent former deux classes très-distinctes.

La première comprendra celles qu'on peut obtenir à l'état de séparation parfaite d'avec toute autre substance, et qui sont susceptibles d'être enfermées dans des vaisseaux convenables.

La seconde se composera de celles de nature tellement subtile, qu'elles ne peuvent être mises et retenues dans aucun des vaisseaux dont il est en notre pouvoir de faire usage.

On ne peut avoir seules, et entièrement dégagées de toute autre substance, celles de cette seconde classe : on ne juge de leur existence que par certains phénomènes que les substances de la première classe et leurs composés, manifestent dans des circonstances particulières. Il est donc nécessaire de connoître d'abord les propriétés des corps de la première classe avant de s'occuper de ceux de la seconde, et il devient par conséquent indispensable d'en traiter séparément.

PREMIÈRE DIVISION.

Des substances simples qui peuvent être enfermées dans des vaisseaux.

[*Division.*] Tous les corps de cette sorte, dont le nombre s'élève actuellement à 36, peuvent être rangés dans l'ordre suivant :

1°. Les agens et soutiens simples de la combustion;

2°. Les combustibles simples;

3°. Les incombustibles simples;

4°. Les métaux.

C'est dans cet ordre qu'il sera traité de ces corps dans les quatre chapitres qui suivent.

CHAPITRE PREMIER.

Des agens et soutiens simples de la combustion.

[*Définition.*] La dénomination d'*agent et soutien de la combustion* est applicable aux substances dont la présence est nécessaire pour qu'un corps brûle. Ainsi, par exemple, une

bougie ne pouvant brûler qu'autant qu'on lui fournit une quantité suffisante d'*air commun*, l'*air commun* est, dans ce cas, un agent et un soutien de la combustion. Comme il y a plusieurs substances, autres que l'air commun, qui produisent le même effet, le nom d'agent et soutien leur convient également à toutes; mais par celui d'*agens et soutiens simples*, nous n'entendons désigner ici que celles des substances de cette espèce qui n'ont pas encore été décomposées.

On n'en connoît jusqu'à présent qu'une seule, et cet unique *agent et soutien simple de la combustion*, c'est l'*oxigène*.

SECTION PREMIÈRE.

De l'oxigène.

[*Préparation de l'oxigène.*] On peut obtenir l'oxigène par les procédés suivans:

On prend une bouteille de fer de la contenance d'une pinte d'Angleterre au moins (environ 2 litres), à laquelle puisse s'adapter un tube de fer recourbé. On met dans cette bouteille une quantité quelconque d'oxide noir de manganèse en poudre, et on y ajuste le tube de fer de

manière qu'il y joigne parfaitement. On la place alors dans un fourneau ordinaire, en l'entourant de charbons allumés. L'extrémité du tube doit plonger sous la surface de l'eau dont est rempli un vaisseau qui peut être de bois ou de ferblanc vernissé. Ce vaisseau est garni en dedans, et à 81 millimètres environ au-dessous de son bord supérieur, d'une tablette de bois placée le long de deux de ses côtés, à 27 millimètres au-dessous de la surface de l'eau. Dans une partie de cette tablette est pratiquée une entaille qui reçoit l'extrémité du tube de fer. La chaleur du feu chasse la plus grande portion de l'air que contient la bouteille; on peut l'appercevoir bouillonnant à travers l'eau du vaisseau à l'extrémité du tube. Il s'établit d'abord un courant très-rapide de bulles d'air qui cesse entièrement au bout de quelque tems. Cependant la bouteille s'échauffe par degrés; lorsqu'elle est d'un rouge obscur, le courant de bulles d'air reparoît et devient plus abondant à mesure que la chaleur augmente. C'est là l'indice du moment convenable pour placer sur la tablette une cloche de verre ouverte par son extrémité inférieure, et préalablement remplie d'eau, de manière à couvrir exactement l'ouverture de l'extrémité du tube. Les bulles d'air s'élèvent à la partie supérieure de la cloche,

et en déplacent successivement toute l'eau. Cette cloche alors paroît vide, mais elle est remplie d'air. On la retire de la manière suivante : on la déplace, en la faisant glisser un peu sur la tablette, de dessus l'ouverture de l'extrémité du tube, et en plongeant alors dans l'eau au-dessous d'elle un vase plat quelconque, on la pose dessus et on l'enlève. Le vase doit être de forme à pouvoir retenir une certaine quantité d'eau pour empêcher que l'air ne s'échappe de la cloche. On peut remplir d'air une autre cloche de la même manière, et continuer ainsi jusqu'à ce que le manganèse cesse d'en fournir, ou qu'on en ait obtenu autant de cloches pleines qu'on se le proposoit. Cette méthode d'obtenir l'air, et de le tenir enfermé dans des vaisseaux, fut inventée d'abord par le docteur Mayow, et perfectionnée depuis par le docteur Hales. Tous les airs obtenus par ce procédé ou tout autre quelconque, ou, pour parler plus convenablement, tous les airs qui diffèrent par leurs propriétés de l'air de l'atmosphère, se distinguent de celui-ci par le nom de *gaz*. C'est celui sous lequel nous les désignerons désormais (1).

(1) Le mot *gaz* semble avoir été employé pour la première fois en chimie par Van-Helmont. Il s'en servit pour désigner toute substance quelconque qui se dégage des

[*Autre méthode.*] On peut également obtenir le gaz oxigène de la manière suivante :

On a une cuve de bois d'une cavité d'environ 340 millimètres de profondeur, dont l'intérieur est doublé de plomb ou de cuivre étamé. On la remplit d'eau jusqu'à 29 millimètres au-dessus d'une tablette dont elle est garnie dans son intérieur, à 87 millimètres environ au-dessous de ses bords supérieurs, et sur laquelle sont pratiquées une ou plusieurs entailles. Dans le corps de la cuve, qu'on pourroit appeler le réservoir, sont des jarres ou cloches destinées à contenir le gaz; on les y emplit d'eau, on les retourne ensuite, et on les élève ainsi pleines pour les poser sur la tablette. Les chimistes français ont donné à cette cuve, inventée par le docteur Priestley, le nom d'appareil *pneumato-chimique*, ou simplement *pneumatique*. Cet appareil est d'une grande utilité dans toutes les expériences

---

corps à l'état de vapeur par l'action du calorique. Il divise les *gaz* en cinq classes. *Nescivit, inquam, scola galenica hactenus differentiam inter gas ventosum (quod merè aer est, id est ventus per syderum blas commotus), gas pingue, gas siccum, quod sublimatum dicitur, gas fuliginosum, sive endimicum, et gas silvestre, sive incoercibile, quod in corpus cogi non potest visibile.* Van-Helmont, *de Flatibus*. §. 4. C'est Macquer qui a le premier introduit ce mot dans le langage de la chimie moderne.

relatives aux gaz. On met dans un vaisseau de verre de l'oxide noir de manganèse en poudre, et on verse dessus, en quantité suffisante pour en former une espèce de pâte, du liquide connu dans le commerce sous le nom d'*huile de vitriol*, et en chimie sous celui d'*acide sulfurique*. On introduit alors dans l'orifice du vaisseau un tube de verre recourbé, en l'y ajustant de manière qu'il ne puisse s'échapper d'air que par ce tube. On y parvient, soit en usant le verre à l'émeri jusqu'à ce que la jonction soit parfaite, soit en garnissant la jointure avec un peu de mastic de vitrier qu'on recouvre avec des bandes de vessie ou de linge, trempées dans de la colle, ou dans un mélange de blancs d'œufs et de chaux vive. On serre bien le tout avec de la corde; on plonge alors l'extrémité du tube dans l'appareil pneumatique. On en couvre l'ouverture avec la jarre ou cloche, préalablement remplie d'eau et posée sur la tablette. On chauffe ensuite le vaisseau qui contient le mélange par le moyen d'une lampe ou d'une bougie; il s'établit, par le tube, un courant de gaz oxigène qui passe dans la cloche, en traversant et en déplaçant l'eau qu'elle contient. Dès que cette cloche est remplie de gaz oxigène, on la retire de dessus l'ouverture de l'extrémité du tube, en la faisant glisser sur la tablette, et on y en substitue une

autre. On continue ainsi jusqu'à ce qu'on ait obtenu tout le gaz dont on avoit besoin. Cette dernière méthode pour se procurer le gaz oxigène est due à Schéele (1).

[*Découvert par Priestley et Schéele.*] Le gaz produit par ces procédés fut découvert par le docteur Priestley, au commencement d'août 1774 (2), et environ trois ans après par Schéele, qui n'avoit eu jusqu'alors aucune connoissance de cette découverte. Priestley donna à ce gaz le nom d'*air déphlogistiqué*, et Schéele celui d'*air du feu* (3). Condorcet le désigna le premier sous la dénomination d'*air vital*, et Lavoisier, depuis, sous celle de *gaz oxigène*, généralement reçue aujourd'hui, et que nous adopterons.

[*Propriétés de l'oxigène.*] 1. Le gaz oxigène est incolore et invisible comme l'air; comme lui aussi il est élastique, et indéfiniment capable d'expansion et de compression.

[*Entretient la flamme.*] 2. Si l'on plonge une bougie allumée dans une fiole remplie de gaz oxigène, elle y brûle avec une telle splendeur que la vue peut à peine en supporter

(1) *On Air and Fire*, p. 43. Engl. Trans.
(2) Priestley, *on Air*. II. 154.
(3) Schéele, *on Air and Fire*, p. 34. Engl. Trans.

l'éclat; elle produit en même tems une chaleur beaucoup plus grande que si elle brûloit dans l'air commun. On sait qu'une bougie allumée, placée dans une cloche remplie d'air atmosphérique et bien fermée, s'y éteint en peu de secondes. Une bougie renfermée dans le gaz oxigène s'y éteint aussi; mais elle y brûle plus longtems que dans une quantité égale d'air commun.

[*Et la vie.*] 3. Boyle avoit prouvé autrefois, que les animaux ne peuvent vivre sans air, et Mayow, qu'ils ne peuvent respirer pendant longtems le même air sans être suffoqués. Le docteur Priestley, et plusieurs autres savans, ont reconnu depuis que les animaux vivent beaucoup plus longuement dans le gaz oxigène que dans une quantité égale d'air ordinaire. Le comte Morozzo ayant placé des moineaux, les uns après les autres, dans une cloche de verre remplie d'air commun et renversée sur l'eau, il trouva

	heures.	minut.
Que le 1er. moineau vécut.	3	»
le 2e.	»	3
le 3e.	»	1

Il remplit le même vase de gaz oxigène, et en opérant de la même manière :

		heures.	minut.
Le	1er. moineau vécut	5	23
Le	2e.	2	10
Le	3e.	1	30
Le	4e.	1	10
Le	5e.	»	30
Le	6e.	»	47
Le	7e.	»	27
Le	8e.	»	30
Le	9e.	»	22
Le	10e.	»	21

[*Existe dans l'atmosphère.*] 4. Il a été bien reconnu, par des expériences dont nous parlerons par la suite, que l'air atmosphérique contient 22 parties sur cent de gaz oxigène (en volume), et qu'aucune substance ne peut y brûler si cet air atmosphérique a été préalablement dépouillé de tout le gaz oxigène qui en fait partie. Mais les corps combustibles brûlent avec un grand éclat dans le gaz oxigène, ou dans les autres gaz auxquels on a ajouté du gaz oxigène; ce gaz est donc indispensablement nécessaire à la combustion.

5. Il a été également démontré par beaucoup d'expériences, qu'aucun animal qui respire ne peut vivre un seul moment dans un air ou gaz quelconque qui ne contient pas d'oxigène. Le gaz oxigène est donc absolument nécessaire pour la respiration.

6. Lorsque des substances ont brûlé dans le gaz oxigène, ou dans tout autre avec lequel il peut être mêlé, si on examine l'air après la combustion, on trouvera qu'une grande partie de l'oxigène a disparu. Si c'est du charbon, par exemple, qu'on ait fait brûler dans du gaz oxigène, cette portion d'oxigène qui aura disparu sera remplacée par un autre gaz très-différent, connu en chimie sous le nom de gaz acide carbonique.

La même chose a exactement lieu à l'égard de l'air respiré par les animaux; une partie du gaz oxigène que cet air contenoit ne s'y retrouve plus après la respiration, et il y existe d'autres substances de propriétés très-différentes. Le gaz oxigène éprouve donc quelque changement pendant la combustion et la respiration. Il en est de même des corps qui ont brûlé dans ce gaz.

[*Sa pesanteur spécifique.*] 7. Le gaz oxigène est un peu plus pesant que l'air atmosphérique; la pesanteur spécifique de celui-ci étant de 1.000, celle du gaz oxigène sera, suivant Kirwan et Lavoisier, de 1.103, (1) suivant Davy (2), de 1.127, et suivant les chimistes

(1) *On Phlogiston*, p. 25. Element. Appendix. Kirwan, *on Phlogiston*, p. 37. Nicholson's, *Trans.*

(2) Davy's, *Researches*, p. 8.

français, de 1.087 (1). A la température de 15°.55 du thermomètre centigrade, et à l'élévation de 760 millimètres du baromètre, un décimètre cube d'air commun pèse à très-peu-près 1.225 grammes (2), et un décimètre cube de gaz oxigène, à la même température et sous la même pression, pèse, suivant Kirwan et Lavoisier, 1.343 grammes; suivant Davy, 1.372 grammes; et suivant Fourcroy, Vauquelin et Seguin, 1.327.

[*Combinaison avec l'eau.*] 8. Le gaz oxigène n'est pas *sensiblement* absorbé par l'eau, lors même qu'on en laisse des cloches pleines en contact avec ce liquide. On s'est cependant assuré que l'eau l'absorbe réellement; mais en si petite quantité, qu'il n'en résulte aucune diminution sensible dans le volume du gaz. M. Henry a reconnu que 1000 centim. cubes d'une eau, privée par l'ébullition de tout l'air qu'elle pouvoit contenir, sont susceptibles d'absorber environ 35.5 centim. cubes de gaz oxigène (3). M. Paul, célèbre préparateur d'eaux minérales,

(1) Ann. de chim. IX. 34.

(2) Sir John Schuckburg, *Evelyn.* Kirwan, *on Phlogiston*, p. 23.

(3) Phil. Trans. 1803, p. 174.

actuellement établi à Londres, a prouvé le premier qu'en faisant entrer de force, au moyen d'une grande pression, du gaz oxigène dans une bouteille d'eau, elle pouvoit retenir en dissolution jusqu'à la moitié de son volume de ce gaz. L'eau ainsi imprégnée ne diffère pas sensiblement de l'eau ordinaire, soit pour l'odeur soit pour le goût; on l'emploie cependant avec avantage dans plusieurs maladies (1).

[*Explication de l'affinité.*] 9. L'oxigène est susceptible de combinaison avec un grand nombre de corps; et comme cette combinaison des substances les unes avec les autres est un des plus importans phénomènes de la chimie, il nous paroît convenable d'en donner l'explication avant de parler des composés qu'elle produit. Si l'on met du sel commun (muriate de soude) dans un vase rempli d'eau pure, il fond et se répand dans tout le liquide, ainsi qu'on peut s'en convaincre par la saveur qu'il lui communique; dans ce cas le sel est combiné avec l'eau dont il ne peut plus être séparé par la filtration ou tout autre moyen mécanique quelconque; mais si on ajoute à cette dissolution de l'esprit-

(1) Dr. Odier's *Observations.* VIII et X. Bibliothèque britannique. M. Paul's *on artificial mineral. Waters.*

de-vin, (alcool), alors le sel tombe lentement au fond du vase à l'état de poudre très-fine. Quelle est donc la cause qui détermine cette dissolution du sel dans l'eau, et qui l'en fait se séparer en y versant de l'alcool? elle est due, suivant Isaac Newton, à une certaine attraction qui existe entre les molécules du muriate de soude et de l'eau, attraction en vertu de laquelle ces molécules s'unissent ensemble toutes les fois qu'elles sont présentées les unes aux autres. Il existe aussi une attraction entre les molécules de l'eau, et celles de l'alcool, qui les dispose également à s'unir, et cette attraction étant plus forte que l'autre, l'eau s'unit à l'alcool, et abandonne le sel, qui n'étant plus soutenu dans le liquide par sa combinaison avec l'eau, tombe au fond du vase en vertu de sa pesanteur spécifique. Cette puissance, qui dispose ainsi les molécules de différens corps à s'unir, fut appelée *attraction* par Newton, et *attraction élective* par Bergmann; la plupart des chimistes allemands et français lui ont donné le nom d'*affinité* (1). On emploie actuellement, en parlant des combinaisons chimiques, cette dernière dénomination

(1) Le mot *affinité* semble avoir été, pour la première fois, introduit dans le langage de la science par le docteur Hooke. *See his Micographia.*

de préférence aux deux autres, qui sont susceptibles d'une application plus générale. Toutes les substances capables de se combiner ensemble sont considérées comme ayant de l'affinité les unes pour les autres ; et celles, au contraire, qui ne peuvent s'unir entre elles, comme n'étant pas soumises, les unes à l'égard des autres, à cette puissance d'affinité. Il paroît aussi que les substances diffèrent entre elles dans leurs degrés d'affinité, puisque le déplacement du sel par l'alcool, dans l'exemple que nous venons de citer, n'a pu avoir lieu qu'en vertu de l'affinité plus forte de ce principe pour l'eau.

Geoffroy trouva, en 1719, une méthode pour présenter les différens degrés d'affinité des substances entre elles, dans des tables, qu'à cet effet il nomma *tables d'affinités*. Sa méthode consistoit à placer la substance dont on vouloit connoître les affinités à la tête d'une colonne, et à ranger au-dessous d'elle les substances avec lesquelles elle s'unit, chacune dans l'ordre de son plus grand degré de force d'affinité. D'après cette méthode, qui a été généralement adoptée, et qui a si utilement contribué aux progrès de la chimie, on établiroit l'affinité de l'eau pour l'esprit-de-vin et pour le muriate de soude, de la manière suivante :

EAU.

Esprit-de-vin (alcool).
Sel commun (muriate de soude).

Nous présenterons par la suite l'ordre d'affinités des diverses substances pour l'oxigène.

CHAPITRE II.

Des combustibles simples.

[*Nombre.*] On appelle *combustibles* les substances susceptibles de combustion, et *combustibles simples*, les corps de cette nature qui n'ont pas encore été décomposés. Il n'existe encore que quatre de ces corps combustibles simples, savoir, l'*hydrogène*, le *carbone*, le *phosphore* et le *soufre*. Les métaux pourroient bien être aussi classés parmi les corps combustibles, mais ils diffèrent tellement, dans le plus grand nombre de leurs propriétés, des quatre qui viennent d'être désignés, qu'on peut les en distinguer et les considérer séparément.

SECTION PREMIÈRE.

De l'hydrogène.

[*Préparation.*] L'hydrogène, ce premier des combustibles simples, peut s'obtenir de la manière suivante :

Mettez dans une cornue, ayant une ouverture à sa partie supérieure, et qu'on appelle en chimie *cornue tubulée*, de la limaille de fer; fermez ensuite bien exactement, et de manière à ne laisser aucun passage à l'air, la tubulure avec un bouchon de liége préalablement percé d'un trou rond destiné à recevoir un entonnoir recourbé; plongez le bec de la cornue sous l'eau, et versez dans l'entonnoir de l'acide sulfurique étendu de quatre fois son volume d'eau; il se manifeste à l'instant une très-vive *effervescence*, et des bulles d'air sortent en grande quantité du bec de la cornue. On en laisse ainsi se dégager jusqu'à ce qu'on ait pu juger que l'air de la cornue a été déplacé par celui qui vient de se former. On renverse alors une cloche pleine d'eau sur la tablette de l'appareil pneumatique au-dessus du bec de la cornue : les bulles d'air y arrivent aussitôt, et la cloche est promptement remplie. Le gaz ainsi obtenu, nommé d'abord

phlogistique par quelques chimistes, et depuis, *air inflammable*, est aujourd'hui généralement connu sous la dénomination de *gaz hydrogène*. On peut aussi se le procurer en grande quantité, et très-pur, en faisant passer de l'eau en vapeur à travers un tube de fer rougi au feu.

[*Découverte.*] La combustibilité de ce gaz ne fut reconnue qu'au commencement du 17e. siècle. Elle fut alors souvent présentée comme un objet de curiosité (1); mais c'est bien réellement à M. Cavendish, qui l'examina le premier, qui s'assura du plus grand nombre de ses propriétés (2), et de sa différence avec l'air atmosphérique, qu'on doit attribuer la découverte de ce gaz, sur la nature duquel Priestley, Schéele, Sennebier et Volta ont fait depuis des recherches plus étendues.

[*Propriétés.*] 1. Le gaz hydrogène est, ainsi que l'*air*, invisible, élastique, susceptible indéfiniment de compression et de dilatation. Celui qu'on obtient par l'action de l'acide sulfurique sur la limaille de fer a une odeur désagréable, analogue à celle que produit le frottement de deux cailloux l'un contre l'autre. Cette odeur

(1) Cramer, *Elem. docimasiœ.* I. 45. Wasserburg, *Instit. chem.* I. 184.

(2) Phil. Trans. LVI, 141.

semble devoir provenir de quelque corps étranger tenu en dissolution par le gaz; car celui qu'on produit en faisant passer de la vapeur d'eau à travers des tubes de fer rougis au feu est inodore.

[*Son poids.*] 2. Il est le plus léger des corps gazeux connus jusqu'à présent. Sa pesanteur spécifique est de 0.0843 (1) suivant Kirwan, de 0.0756 suivant Lavoisier (2), et de 0.0887 suivant Vauquelin et Seguin (3); celle de l'air ordinaire étant de 1.000. L'évaluation de M. Kirwan paroît être la plus exacte. A la température de 15°.55 centig., et à l'élévation de 760 millim. du baromètre, le décimètre cube de gaz hydrogène pèse 0.1032 grammes suivant Kirwan; 0.0937 suivant Lavoisier, et 0.1086 suivant Fourcroy, Vauquelin et Seguin. Il est à-peu-près 12 fois plus léger que l'air ordinaire.

[*Action sur les combustibles.*] 3. Toutes les substances qui brûlent s'éteignent aussitôt en les plongeant dans ce gaz. Il est, par conséquent, incapable d'entretenir la combustion.

[*Sur les animaux.*] 4. Les animaux qu'on force de le respirer meurent promptement. Une souris que le docteur Gilby de Birmingham mit

(1) *On Phlogiston*, p. 26.
(2) Elément. appendix.
(3) Ann. de chim. IX. 294.

dans une cloche remplie de ce gaz, y vécut 30 secondes sans paroître souffrir; mais au bout de 93 secondes elle étoit morte. Le docteur Beddoes y conserva un lapin pendant 7 minutes; il étoit dans le plus grand état de mal-aise et de foiblesse (1), mais il en revint. Schéele éprouva qu'il en pouvoit faire 20 inspirations sans inconvénient (2); mais Fontana, qui répéta l'expérience, assura que cela étoit dû à la quantité d'air ordinaire contenu dans les poumons lorsqu'on commence à respirer, car en expirant aussi fortement que possible avant que de se plonger dans le gaz hydrogène, il ne put y faire que 3 inspirations, encore éprouva-t-il beaucoup de foiblesse et d'oppression dans la poitrine (3). L'assertion de Schéele fut pleinement vérifiée par M. Watt (4) et Pilâtre de Rozier (5).

---

(1) Beddoes, *on factitious airs*, p. 31 et 32.

(2) Schéele, *on Air and Fire*, p. 60.

(3) Journ. de phys. XV. 99.

(4) Beddoes, *on the use and production of factitious airs*, p. 110.

(5) Il respira six ou sept fois sans inconvénient du gaz hydrogène contenu dans une vessie; et pour prouver que c'étoit bien réellement du gaz hydrogène qu'il respiroit ainsi, après en avoir fait une forte inspiration, il l'expira lentement à travers un tube, à l'extrémité duquel il avoit

L'ingénieux professeur de chimie, M. Davy, qui, entre autres expériences curieuses et importantes sur la respiration, en fit de très-hasardeuses sur lui-même, ne put respirer ce gaz qu'avec la plus grande difficulté pendant une demi-minute, après avoir complettement chassé l'air de ses poumons. Il en éprouva un sentiment de mal-aise dans la poitrine, l'anéantissement momentané de sa force musculaire, et quelquefois des mouvemens de vertige. Il pouvoit, lorsqu'il n'avoit pas préalablement vidé ses poumons, respirer ce gaz pendant une minute sans en ressentir les effets, et même sans aucune espèce d'inconvénient, lorsqu'il étoit mêlé en grande proportion avec l'air ordinaire (1).

placé une bougie allumée. Le gaz prit feu et continua à brûler pendant quelque tems. On lui objecta que ce gaz étoit un mélange d'hydrogène, et d'air atmosphérique; mais pour répondre à cette allégation, il inspira un mélange d'une partie d'air ordinaire et de neuf parties de gaz hydrogène, qu'il exhala de ses poumons de la même manière. Dès que le gaz fut mis en contact avec la bougie allumée, il fit dans sa bouche une explosion telle qu'il crut d'abord que toutes ses dents avoient été arrachées, mais heureusement il ne lui en arriva aucun mal. Journ. de phys. XXVIII. 425. Le gaz respiré par Fontana étoit sans doute le gaz *hydrogène carburé*, dont les effets délétères sont bien connus.

(1) Davy's, *Researches*, p. 400 et 466.

[*Combustible.*] 5. Si l'on présente une bougie allumée à l'orifice d'une fiole remplie de ce gaz, il s'enflamme aussitôt, et brûle jusqu'à ce qu'il soit entièrement consumé. Si le gaz hydrogène est pur, la flamme est d'une couleur blanche-jaunâtre; mais s'il tient quelque substance en dissolution la flamme aura, suivant la nature de cette substance, des teintes différentes, et le plus ordinairement celle rougeâtre (1). On peut encore enflammer le gaz hydrogène avec un fer rouge; il résulte d'expériences faites à ce sujet, que son inflammation a lieu à une température d'environ 537.50 degrés du thermomètre centigrade.

[*Fait explosion avec le gaz oxigène et forme l'eau.*] Si l'on mêle ensemble, dans leur état de pureté, du gaz oxigène et du gaz hydrogène, ces gaz ne sont point altérés par leur mélange; mais si on les met en contact avec une bougie allumée, ou qu'on les fasse traverser par l'étincelle électrique, ils brûlent avec une étonnante rapidité, et il se produit une explosion violente. Schéele reconnut le premier, qu'en mêlant ces deux gaz ensemble dans la proportion d'une partie, en volume, de gaz

(1) Davy's, *Researches*, p. 466.

oxigène, et de 2.05 parties de gaz hydrogène (1), ils brûloient avec explosion sans laisser aucun résidu visible, lorsqu'ils étoient l'un et l'autre bien purs. Il ne fut pas alors à même, faute d'appareils convenables, d'examiner et d'apprécier les résultats d'une expérience aussi importante (2). M. Cavendish la répéta dans des vaisseaux de verre bien secs, avec l'exactitude et la sagacité qui caractérisent les travaux de ce savant, et il s'assura, qu'après la combustion, il se déposoit toujours dans ces vaisseaux une quantité d'eau égale, en poids, à celui des deux gaz qui avoient disparu. Il en conclut que les deux gaz avoient formé cette eau par leur combinaison, et cette conclusion fut amplement confirmée depuis par les expériences de Lavoisier et de ses collaborateurs (3). Il fut alors ainsi

---

(1) Le gaz hydrogène retient toujours en dissolution une portion du métal qui a servi à le produire. La présence du métal affecte d'abord d'une manière très-sensible la couleur de sa flamme; mais lorsque le gaz a été conservé pendant quelque tems, la matière métallique s'est presque totalement déposée.

(2) Annales de chimie. IX. 41.

(3) On ne doit jamais oublier d'observer que bien long-tems avant l'époque de cette découverte, Newton avoit conjecturé, d'après le grand pouvoir réfringent de l'eau, qu'elle *contient une substance combustible.*

reconnu, que l'eau est un composé d'oxigène et d'hydrogène unis dans la proportion de 85.67 d'oxigène et 14.33 d'hydrogène (1).

Si l'on mêle ensemble 4 mesures de gaz hydrogène et 9 d'air ordinaire, le mélange détonne avec violence; et si l'expérience se fait dans des tubes de verre, il n'y reste que 7 mesures après la combustion; tout l'hydrogène est consumé, ainsi que toute la portion de l'air commun qui consiste en gaz oxigène, et il s'est formé une quantité d'eau égale en poids à ces deux corps. On a souvent recours à cette expérience pour reconnoître la pureté du gaz hydrogène. On mêle celui qu'on veut ainsi examiner avec de l'air ordinaire et dans de certaines proportions, dans un tube de verre gradué, fermé à l'une de ses extrémités. On enflamme alors ces gaz par le moyen de l'étincelle électrique, et la pureté du gaz hydrogène est en raison de la diminution du volume du mélange par la combustion. Ainsi, par exemple, lorsque le volume d'un mélange de 4 parties de gaz hydrogène et de 9 d'air, est réduit, après la détonation, à 7 parties, le gaz hydrogène peut être considéré comme pur; s'il en reste 8 parties,

(1) Fourcroy, Vauquelin et Seguin. Annales de chim. IX. 45.



il contient quelque substance étrangère, et ainsi de suite. Berthollet est le premier qui ait mis cette méthode en usage pour s'assurer du degré de pureté du gaz hydrogène. Volta l'avoit bien employée avant lui, mais dans des vues différentes (1). Le tube de verre dont on fait usage dans ces sortes d'expériences est généralement connu parmi les chimistes, sous la dénomination d'*eudiomètre de Volta*.

[*N'est pas altéré par l'eau.*] 6. On avoit supposé, d'après les résultats des expériences de M. Priestley et de plusieurs autres savans, qu'en laissant le gaz hydrogène en contact avec l'eau, il est peu-à-peu décomposé, et converti en un autre gaz; mais MM. de Morveau (2), Hassenfratz (3) et Libes (4), ont fait voir qu'il n'éprouve aucun changement, si l'on a soin de prendre les précautions convenables pour le préserver de l'approche de tout autre gaz.

[*N'est pas absorbé par l'eau.*] 7. Le gaz hydrogène n'est pas sensiblement absorbé par l'eau avec laquelle il aura demeuré quelque

(1) Crell's, *Annals.* 1785. II. 287.
(2) Encyclop. méth. chim. I. 754.
(3) Ann. de chim. I. 192.
(4) Journ. de phys. XXXVI. 412.

tems en contact; mais si, en la faisant bouillir, on prive cette eau de tout l'air qu'elle contenoit, elle devient alors capable de s'unir avec le gaz hydrogène, et 1000 centimètres cubes de ce liquide peuvent retenir 15.3 centim. cubes du gaz, à la température de (1) 15°.55 therm. cent. M. Paul est parvenu, au moyen d'une pression artificielle, à faire absorber à l'eau jusqu'au tiers de son volume de gaz hydrogène, et il s'est assuré que ce mélange, qui ne donnoit pas sensiblement de saveur à l'eau, étoit d'un usage très-avantageux dans les fièvres inflammatoires et les affections nerveuses; mais qu'il étoit nuisible dans l'hydropisie (2). Telles sont les propriétés du gaz hydrogène, le plus remarquable, et le mieux connu des corps simples, quoique sa découverte ne date pas de plus de 40 ans.

SECTION II.

Du carbone et du diamant.

[*Méthode de préparation du charbon.*] Si l'on met un morceau de bois dans un creuset bien

---

(1) Henry, Phil. Trans. 1803, p. 274.

(2) Phil. Mag. XV. 93.

I

recouvert de sable, et maintenu pendant quelque tems à une chaleur rouge, il est converti en une substance noire, brillante, cassante, inodore, insipide, connue sous le nom de *charbon de bois*. Les propriétés de cette substance sont à-peu-près les mêmes, quelle que soit l'espèce de bois dont elle provient, si, pour l'obtenir, on a pris les précautions convenables, en exposant, pendant une heure au moins, le creuset bien clos à un feu de forge (1).

[*Propriétés.*] 1. Le charbon est insoluble dans l'eau. Lorsqu'il est bien dépouillé d'air et d'humidité, il n'éprouve d'autre changement par la chaleur la plus forte, si ce n'est qu'il devient beaucoup plus dur et plus brillant. C'est un excellent conducteur de l'électricité (2). Il est beaucoup moins susceptible de pourrir que le bois, et se conserve par conséquent plus longtems. C'est à raison de cette propriété bien connue, que les anciens avoient adopté l'usage de réduire à l'état charbonneux le contour des pieux qu'on enfonçoit dans la terre et dans l'eau, afin d'em-

(1) Si l'on néglige cette précaution, les propriétés du charbon diffèrent considérablement.

(2) Cette propriété fut bien connue des anciens chimistes. Hoffman, *Observationes physico-chimicæ-selectiores*, p. 298.

pêcher ainsi le bois de se gâter. On se sert efficacement du charbon nouvellement fait pour enlever aux toiles ou aux draps l'odeur désagréable qu'ils auroient pu contracter. En faisant bouillir du charbon avec de la viande qui commence à se corrompre, il lui ôte son goût de putréfaction. Le charbon réduit en poudre est peut-être le meilleur dentrifice connu. M. Lowitz de Pétersbourg s'est assuré qu'on pouvoit l'employer avec avantage pour la purification d'un grand nombre de substances (1).

[*Absorbe l'eau, l'air et l'oxigène.*] 2. Le charbon nouvellement fait est très-avide d'humidité : il absorbe l'air en grande quantité lorsqu'il est chauffé à un certain point. Laméthérie ayant éteint dans du mercure un morceau de charbon enflammé, et l'ayant introduit immédiatement après dans un vaisseau de verre rempli d'air atmosphérique, il en absorba quatre fois son volume; en plongeant ensuite le charbon dans l'eau, il s'en dégagea un cinquième de l'air absorbé; il reconnut, par l'examen de cet air, qu'il contenoit beaucoup moins d'oxigène que l'air atmosphérique. M. de Laméthérie ayant opéré de la même manière avec un autre morceau de

(1) Crell, Ann. II. 165. Engl. Trans. *And of Kels ibid.* III. 270.

charbon, mais plongé dans un vase rempli de gaz oxigène, l'absorption de ce gaz fut de 8 fois le volume du charbon, et il ne s'en dégagea en le plongeant dans l'eau que le quart de cette quantité (1).

Cette propriété, qu'a le charbon de bois nouvellement fait, d'absorber l'air, fut observée par Fontana, Priestley, Schéele et Morveau; mais Morozzo est le premier qui ait fait et publié une suite d'expériences sur ce sujet (2). Elles ont été, depuis peu, répétées plus en grand par M. Rouppe, professeur de chimie à Rotterdam, et par M. Van Noorden, de la même ville. Ils remplirent un vase de cuivre, hermétiquement fermé, de charbon de bois chauffé au rouge, qu'ils laissèrent refroidir sous l'eau; ils l'introduisirent alors dans une cloche de verre remplie d'air : 786 centimètres cubes de cet air, ou les 0.036 de son volume, furent absorbés, dans l'espace de cinq heures, par 278 millimètres cubes de ce charbon (3).

Morozzo s'est servi d'un instrument très-simple dans ses nouvelles expériences sur l'absorption des gaz par le charbon, desquelles il a dernièrement donné le détail. Il consistoit dans un tube

(1) Jour. de phys. XXV. 309.
(2) *Ibid.* 1783.
(3) Ann. de chim. XXXII. 3.

de verre ouvert à l'une de ses extrémités et garni à l'autre d'un robinet d'acier. A ce premier robinet, en étoit adapté un second ayant une cavité destinée à recevoir le charbon chauffé au rouge. Lorsqu'on l'y avoit placé, on le mettoit, en tournant à cet effet les clefs des robinets, en contact avec le gaz qui remplissoit le tube, et dont la capacité étoit telle qu'à la température de 57°, (13° 88 centig.) il pouvoit contenir un volume d'air du poids de 0.239 grammes. Le charbon employé étoit de bois de hêtre, et pesoit environ 1.912 gramm. Il trouva que l'absorption de l'air commun étoit des 0.41, et celle du gaz hydrogène des 0.17. Morozzo annonce qu'ayant exposé du charbon de la même manière au contact du gaz oxigène pur, et l'y ayant laissé pendant plusieurs jours, l'oxigène fut absorbé en totalité. Le charbon augmente en poids par cette absorption des gaz, et il ne s'en dégage qu'une petite quantité d'air en le plongeant sous l'eau.

On avoit conclu des expériences de Sennebier, que le charbon exposé à l'air atmosphérique, en absorbe le gaz oxigène de préférence à l'autre portion de cet air à laquelle on a donné le nom d'*azote* (1); mais MM. Rouppe

(1) Journ. de phys. XXX, 309.

et Van-Noorden ont fait voir que cela n'avoit lieu que lorsque le charbon étoit chaud, et qu'étant froid, il absorboit l'air atmosphérique sans lui faire éprouver aucun changement.

Morozzo observa que la faculté absorbante du charbon varie suivant l'espèce du bois dont il provient. Dans ceux de hêtre et de buis, elle est la plus forte; elle diminue progressivement dans les charbons de saule et de peuplier, de coudrier et des jeunes branches de vigne; enfin, le charbon de liége, qui est extrêmement léger, est celui dont le pouvoir absorbant est le plus foible (1).

[*Converti par la combustion en gaz acide carbonique.*] 3. En plongeant du charbon chauffé au rouge dans le gaz oxigène, il s'allume et brûle sans aucun résidu, s'il a été préalablement dépouillé des parties terreuses et salines qu'il contient généralement; l'air dans lequel cette combustion a lieu ainsi n'éprouve pas d'altération sensible dans son volume, mais ses propriétés sont changées d'une manière bien remarquable, puisqu'il est devenu tellement

(1) Nicholson's, *Jour.* IX. 255, et X. 12.—Et Journ. de phys. LVII. 467. L'augmentation du poids du charbon a été aussi observée par le docteur Watson. *His Essays.* III. 42.

nuisible aux animaux qu'ils ne peuvent plus le respirer sans mourir. La présence du nouveau gaz dans lequel le gaz oxigène se trouve en grande partie converti, lorsqu'on fait brûler des morceaux de charbon sous une cloche de verre qui en est remplie et qui pose sur le mercure, se reconnoît en introduisant dans cette cloche de l'eau de chaux; elle devient laiteuse, elle absorbe et condense tout le gaz nouvellement formé, auquel on a donné le nom d'*acide carbonique*. Lavoisier s'est assuré, par une suite d'expériences très-intéressantes, que la quantité de ce gaz après la combustion, est exactement égale en poids à celles de charbon et d'oxigène qui ont disparu ; et que 28 parties de charbon absorbent par leur combustion 72 parties d'oxigène ; il en conclut que la combustion du charbon n'est autre chose que sa combinaison avec l'oxigène, et que l'acide carbonique qui en résulte, est un composé de charbon et d'oxigène unis dans la proportion de 28 parties du premier de ces corps, et de 72 du second (1). Ces expériences, quoique d'une exécution difficile, ont cependant été répétées par d'autres savans qui en ont obtenu des effets à-peu-près semblables. Le résultat moyen de toutes les expériences

(1) Mém. Par. 1781, p. 448.

connues donne, pour parties constituantes de l'acide carbonique,

26	charbon.
74	oxigène.
100	

Lorsqu'on fait brûler du charbon en quantités assez considérables dans le gaz oxigène, peu de tems après le commencement de la combustion, il se dépose sur les parois du vase, de l'eau qui s'y forme en gouttes, et coule dans son intérieur. Ce phénomène a lieu quelque parfaitement desséché qu'ait pu être le gaz oxigène, et avec le charbon le mieux préparé; mais au bout d'un certain tems de durée de la combustion, cette eau est dissoute et disparoît entièrement (1). Lavoisier crut devoir conclure de ce fait que le charbon n'est pas une substance simple, mais un composé de deux corps au moins qui s'unissent pendant la combustion du charbon avec l'oxigène, dont l'un, que nous connoissons déja sous le nom d'*hydrogène*, forme par cette union l'*eau*, et l'autre, que Lavoisier a appelé *carbone*, l'acide carbonique. Après avoir ainsi reconnu que le charbon est composé d'hydrogène et de carbone, Lavoisier chercha à déter-

(1) Berthollet, *Statique chimique*. II. 42.

miner la proportion de ses parties constituantes, et il évalua, au huitième de son poids total, la quantité du premier de ces principes dans le charbon ordinaire. Les expériences des autres chimistes, et spécialement celles de Priestley et de Cruikshanks, confirmèrent pleinement l'opinion qu'avoit émise Lavoisier d'après le résultat des siennes. Il fut alors bien constaté que le charbon n'est pas le carbone pur; mais comme il en est la principale partie constituante, le charbon peut servir à l'examen des propriétés de cette substance qui, dans son état de pureté, constitue le *diamant*.

[*Propriétés du diamant.*] 4. Le diamant est une pierre précieuse connue dans les tems les plus reculés. Lorsqu'il est pur, il est transparent comme le cristal, mais beaucoup plus brillant. Il y en a un très-grand nombre de variétés. La forme qu'il affecte le plus ordinairement dans sa cristallisation est celle d'un prisme hexaèdre terminé par deux pyramides trièdres. C'est le plus dur de tous les corps. Il ne peut être rayé, même par l'acier le mieux trempé. On n'en obtient de la poudre qu'en en frottant deux l'un contre l'autre. Sa pesanteur spécifique est d'environ 3.5. Il n'est pas conducteur de l'électricité.

[*Brûle.*] 5. On a cru pendant longtems

que le diamant étoit incombustible, parce qu'il résistoit à l'action de la plus forte chaleur. Cependant Isaac Newton ayant eu lieu de remarquer, qu'en général les corps combustibles sont ceux qui réfractent le plus puissamment la lumière, et que le diamant jouissoit de cette propriété à un haut degré, il présuma, par cette seule circonstance, qu'il étoit capable de combustion. Cette singulière conjecture fut vérifiée en 1694, par l'académie de Florence. Il y fut consumé, en présence de Cosme III, grand-duc de Toscane, plusieurs diamans par le moyen d'un miroir ardent, et François Ier., empereur d'Allemagne, fut, depuis, témoin de la destruction d'un beaucoup plus grand nombre encore, par la chaleur d'un fourneau de fusion. Ces expériences ayant été répétées par Darcet, Rouelle, Macquer, Cadet et Lavoisier, il fut prouvé qu'elles donnoient lieu, non à une simple évaporation du diamant, mais bien à sa combustion réelle, et que si elles se faisoient sans le concours de l'air, le diamant n'éprouvoit aucune espèce de changement (1).

Lavoisier ayant continué ces expériences avec sa précision ordinaire, il s'assura, en brûlant, par le moyen de fortes lentilles, des

(1) Mém. Par. 1766, 1770, 1771, 1772.

diamans dans des vaisseaux fermés, que pendant leur combustion, il se formoit du gaz acide carbonique, et qu'il existoit, sous ce rapport et sous celui de l'affinité, une analogie frappante entre le diamant et le charbon, lorsqu'ils étoient chauffés l'un et l'autre dans des vaisseaux fermés (1).

Le diamant n'exige pas pour sa combustion une très-haute température. Georges Mackenzie assure en avoir fait brûler dans une mouffle (2) chauffée à la température de 14° du pyromètre de Wedgewood, inférieure de beaucoup à celle qui est nécessaire pour fondre l'argent (3).

Lorsque le diamant est chauffé à cette température, il paroît se gonfler; il brûle environné d'une auréole lumineuse, et se dissipe d'une manière sensible. Sa surface se recouvre souvent aussi d'une poussière charbonneuse, et principalement lorsque sa combustion s'opère par des lentilles, à vaisseaux clos (4).

Guyton-Morveau trouva, en 1785, que la

(1) Lavoisier, *Opusc.* II. Macquer, *Dictionnaire.* I. 337.

(2) On appelle *mouffle* une espèce de petit four de terre cuite, ouvert à l'une de ses extrémités, et adapté à un fourneau.

(3) Nicholson's *quarto Jour.* IV. 104.

(4) Macquer et Lavoisier. *Voy.* Macquer, *Dict. ibid.*

combustion du diamant avoit lieu en le plongeant dans du nitre en fusion; qu'il brûle sans laisser aucun résidu, et d'une manière analogue à celle du charbon (1). M. Smithson-Tennant répéta cette expérience en 1797. Il mit 7.769 gram. de nitre et 0.162 grammes de diamant dans un tube d'or qu'il maintint chauffé au rouge pendant une demi-heure. Le diamant fut consumé par l'oxigène dégagé du nitre à ce degré de chaleur. On absorba par la chaux l'acide carbonique formé, qu'on en sépara ensuite pour en connoître la quantité. Il occupoit le volume de 320.1 grammes d'eau, dans une expérience, et de 313.9 gramm. dans l'autre; donc le terme moyen est égal à 317 centim. cubes d'acide carbonique du poids d'environ 0.583 gramm. : mais d'après les expériences de Lavoisier, 0.583 grammes d'acide carbonique contiennent presque exactement 0.162 gramm. de carbone, ce qui représente le poids du diamant (2) employé dans l'expérience. M. Tennant en conclut que le diamant ne consistoit qu'en carbone, puisqu'il se convertissoit en entier, par la combustion, en gaz acide carbonique.

Les expériences de Lavoisier furent répétées

(1) Encyc. méth. chim. I. 742.
(2) Phil. Trans. 1797, p. 123.

en 1800 par Morveau, qui brûla différens diamans sous des cloches de verre remplies de gaz oxigène, en les exposant au foyer de la lentille de Tschirnhaus. Il trouva qu'une partie de diamant se combine, pendant sa combustion, avec 4.55 parties d'oxigène, et que la quantité de gaz acide carbonique formé s'élève à 5.55 parties. Ainsi donc le gaz acide carbonique est composé d'une partie de diamant, ou de carbone, et de 4.55 d'oxigène, et par conséquent 100 parties de gaz acide carbonique contiennent

17.88 diamant.
82.12 oxigène.
100.00 (1).

Les résultats de cette expérience différoient assez sensiblement de ceux qu'avoit obtenus Tennant, pour qu'il parût convenable de la répéter avant de considérer, comme pleinement établies, les conclusions qu'on en avoit tirées (2). Il s'ensuivroit, si ces résultats étoient exacts,

(1) Ann. de chim. XXXI. 99.

(2) Il n'est pas invraisemblable que dans les expériences de Tennant, il restoit une partie d'acide carbonique dans l'alcali du nitrate de potasse, même après l'action du muriate de chaux.

que le carbone s'unit à l'oxigène en proportion bien plus grande qu'on ne l'avoit supposé d'après les expériences faites sur le charbon, dont 100 parties n'en absorberoient que 286 d'oxigène, tandis que 100 parties de diamant, qui est le carbone pur, s'uniroient à 455 d'oxigène. Cette différence entre les quantités d'oxigène que le charbon et le carbone sont susceptibles d'absorber, ne peut être considérée comme provenant de ce que le charbon est un composé de carbone et d'hydrogène, car, dans ce cas, la quantité d'oxigène nécessaire pour convertir le charbon en acide carbonique devroit être beaucoup plus grande encore que celle qu'exigeroit le diamant. On est donc porté à présumer que le charbon contient aussi une portion assez considérable d'oxigène. On pourra facilement en faire l'évaluation en supposant que dans le charbon bien brûlé, l'hydrogène est en quantité assez petite pour qu'on puisse sans inconvénient négliger d'en tenir compte, car alors on a

diamant oxigène.
17.88 + 82.12 = 100. acide carbonique.

charbon. oxigène.
26. » + 74. » = 100. acide carbonique

Par conséquent

diamant. oxigène charbon
17.88 + 82.12 = 26 + 74. oxigène.

En retranchant de part et d'autre les 74 d'oxigène, il restera

diamant. oxigène.
17.88 + 8.12 = 26. charbon.

Ainsi on peut dire que 26 parties de charbon sont composées de 17.88 de carbone et de 8.12 d'oxigène, et 100 parties de

68.8 carbone.
31.2 oxigène.

100.»

Si, dans l'état actuel de nos connoissances, on ne peut pas présenter ces estimations comme une détermination précise de proportions, au moins est-il évident que toutes les probabilités se réunissent pour faire considérer le charbon comme un corps plus composé qu'on ne l'avoit cru.

[*Airs inflammables pesans.*] 6. En exposant du charbon à une forte chaleur dans une cornue de fer, il s'en dégage un gaz qui a la propriété de brûler avec une flamme bleue, et qui est beaucoup plus lourd que le gaz hydrogène; ce qui lui avoit fait donner le nom d'*air inflammable pesant*. On obtient un gaz qui a des propriétés semblables, en faisant traverser par du gaz hydrogène un tube rempli de charbon chauffé au rouge, en faisant passer dans des

tubes également rouges du feu de l'esprit-de-vin, de l'éther ou du camphre, et par la distillation, des huiles, du bois, des os, et de presque toute substance animale ou végétale quelconque. Priestley eut occasion de recueillir de ces airs inflammables pesans, mais Lavoisier fut le premier qui en fit l'examen, de même que les docteurs Higgins et Austin furent les premiers qui s'assurèrent, qu'en les brûlant dans leur état de mélange avec le gaz oxigène, ils ne donnoient pour produits que de l'*eau* et de l'*acide carbonique*.

[*Trois espèces d'airs inflammables pesans.*] On en conclut qu'ils étoient composés de carbone et d'hydrogène, et on leur donna la dénomination de *Gaz hydrogènes carburés*, désignative de leurs parties constituantes. Les expériences de Priestley éveillèrent l'attention des chimistes sur ces espèces de gaz; leurs travaux, particulièrement ceux des chimistes hollandais, de MM. Cruikshanks, Berthollet, William Henry, ont ajouté beaucoup de faits importans à ce que nous en connoissions déja; mais tout en rendant justice au mérite de ces savans, on ne peut disconvenir que la nature de ces gaz ne soit encore enveloppée d'une grande obscurité, ce qui paroît être en grande partie dû à l'état d'incertitude où

nous sommes sur la véritable proportion du carbone dans l'acide carbonique. L'opinion de MM. Henry et Dalton, qu'il n'y a que trois espèces d'*airs inflammables pesans*, et que toutes les variétés qu'on en obtient sont le produit de leur mélange dans des proportions diverses, paroît beaucoup plus probable que celle de Berthollet, qui regarde leur nombre comme indéfini.

[1. *Hydrogène carburé.*] 7. Il s'élève spontanément dans les tems chauds, des marais, des eaux stagnantes et bourbeuses, un gaz qu'on peut aisément recueillir en grandes quantités. Le docteur Priestley, et depuis MM. Cruikshanks et Dalton, firent l'examen de ce gaz. Il est invisible et élastique comme l'air; il brûle avec plus d'éclat que le gaz hydrogène. Sa pesanteur spécifique est, suivant M. Cruikshanks, de 0.67774, celle de l'air ordinaire étant de 1.000, et son poids est de 0.830 gramm. le décimètre cube (1), à la température de 15°.55 cent. Lorsqu'il est mêlé avec le gaz oxigène, et qu'on y met le feu par l'étincelle électrique, il fait explosion et laisse un résidu beaucoup plus volumineux que ne l'étoit le mélange des deux gaz. L'eau de chaux en absorbe la plus grande partie. Il

(1) Nicholson's *quarto Jour.* V. 8.

s'est formé, pendant cette combustion, de l'acide carbonique et de l'eau; il est donc évident que ce gaz est composé de carbone et d'hydrogène, et doit par conséquent porter le nom d'*hydrogène carburé*. Si après en avoir opéré, par un mélange de ce gaz avec l'oxigène dans des proportions convenables, la combustion complète, on en sépare l'acide carbonique, il y a toujours un résidu que M. Dalton évalue au cinquième du gaz des marais employé, et qu'il a reconnu avoir les propriétés du gaz appelé *azote* (1), que nous examinerons dans le chapitre suivant. Le gaz des marais et des eaux bourbeuses est donc un mélange de quatre parties d'hydrogène carburé et d'une partie d'azote. M. Henry a trouvé que l'hydrogène carburé, dépouillé de cette portion d'azote, exigeoit, pour sa combustion, deux fois son volume de gaz oxigène, et que la quantité d'acide carbonique produite étoit exactement égale en volume à celle de l'hydrogène carburé (2). Ainsi il est facile d'en déterminer les parties constituantes.

[*Sa composition.*] Un décimètre cube de carbone exige deux décimètres de gaz oxigène, dont un décimètre est employé à former de

(1) Henry, Nicholson's *Jour.* XI. 68.

(2) *Ibid.*

l'acide carbonique ; le décimètre restant doit entrer dans la composition de l'eau formée, et se combiner par conséquent avec une quantité d'hydrogène égale en volume à deux décimètres ; mais un décimètre d'acide carbonique contient 0.474 grammes de carbone, et deux décimètres d'hydrogène pèsent 0.206 grammes ; donc le gaz hydrogène carburé est composé à-peu-près de

30.33	Hydrogène.
69.67	Carbone.
100.00	

Ce résultat s'accorde presque exactement avec le poids du gaz, tel que l'a supposé Cruikshanks. 1000 centim. cubes d'hydrogène carburé (privé d'azote) devroient peser, suivant lui, 0.735 gramm. , et les parties constituantes établies comme ci-dessus pèsent 0.680.

[*Gaz retiré de l'acétate de potasse.*] Le gaz qu'on obtient par la distillation de l'*acétate de potasse* (sel dont nous traiterons par la suite) paroît être, à très-peu-près, le même que le gaz hydrogène carburé dont il vient d'être parlé. C'est de ce gaz que les docteurs Austin et Higgins s'étoient servis dans leurs expériences.

[*Du charbon de terre.*] Lorsqu'on distille le charbon de terre ordinaire dans des vaisseaux fermés, il se dégage une grande quantité d'air

inflammable d'une odeur désagréable, qui brûle avec une belle flamme blanche jaunâtre, en donnant une lumière très-éclatante. Ce gaz a été substitué à l'huile dans les lampes, et employé avec succès pour éclairer les appartemens. Il paroît être composé, d'après les expériences de M. Henry, des mêmes parties constituantes que celui des marais, à l'exception cependant d'une petite portion de deux autres gaz inflammables avec lesquels il le suppose mêlé.

[*Dilaté par l'électricité.*] Une des propriétés les plus remarquables du gaz hydrogène carburé, est sa dilatabilité par l'étincelle électrique. Elle fixa l'attention du docteur Austin qui a beaucoup travaillé sur ce gaz (1).

[*Théorie d'Austin sur la composition du carbone.*] Il parvint, par des commotions électriques répétées, à le faire augmenter en volume jusqu'au-delà du double de celui qu'il avoit avant d'avoir été soumis à cette action; il pensa, avec raison, qu'une dilatation aussi considérable ne pouvoit pas résulter uniquement du dégagement du gaz hydrogène. En brûlant l'air ainsi dilaté, il trouva qu'il exigeoit une plus grande quantité d'oxigène qu'avant son expansion par l'électricité. Il crut pouvoir en conclure qu'il y avoit eu quelque

(1) Phil. Trans. LXXX. 51.

addition à la matière combustible, car la quantité d'oxigène nécessaire à la combustion de tout corps quelconque est toujours proportionnelle à la quantité de ce corps. Il lui sembla démontré, par les résultats de ses expériences, qu'il avoit décomposé le carbone qui étoit à l'état d'union avec le gaz hydrogène, et que le carbone est composé d'hydrogène et d'*azote*, substance qui se trouve toujours dans le vaisseau où s'est faite la combustion du gaz après qu'il a été dilaté. Si cette conclusion étoit fondée, il faudroit effacer le *carbone* de la liste des substances simples, et le considérer désormais comme un composé.

[*Réfutation de sa théorie.*] Une circonstance cependant auroit dû mettre M. Austin en garde contre une semblable conclusion, ou le porter au moins à la suspendre, jusqu'à ce qu'elle pût être appuyée sur des expériences plus décisives. Il y avoit eu augmentation de matière combustible; mais si l'expansion, par l'électricité, du gaz hydrogène carburé, n'étoit due qu'à la décomposition du carbone, qu'à sa conversion en gaz hydrogène, et azote, il en seroit résulté plutôt une soustraction qu'une addition de matière combustible, puisqu'au lieu d'une substance qui l'étoit en entier, il s'en seroit formé deux, dont une seulement eût été susceptible de brûler

par l'oxigène, et l'application de la chaleur. Les expériences du docteur Austin ayant été répétées par M. William Henry (1), il trouva que la dilatation observée par le docteur Austin avoit effectivement lieu, mais qu'elle n'excédoit jamais une certaine proportion, qui étoit celle d'un peu plus du double du volume, ainsi que le docteur Austin lui-même l'avoit déja remarqué.

[*Expansion occasionnée par l'eau.*] En brûlant séparément par l'oxigène deux portions égales de gaz hydrogène carburé, dont l'une avoit été dilatée au double de son volume par l'électricité, et dont l'autre n'avoit point été soumise à son action, M. Henry obtint, des deux portions, la même quantité bien précise de *gaz acide carbonique*. Elles contenoient donc évidemment, l'une et l'autre, la même quantité de carbone; il n'y avoit donc point eu décomposition de cette substance par les commotions électriques.

M. Henry soupçonna alors que la dilatation du gaz pouvoit être due à l'eau que tout gaz contient en plus ou moins grande quantité. Pour s'en assurer, il essaya de dépouiller d'eau,

(1) Phil. Trans. 1797, part. II. *And* Nicholson's, *quarto journ.* II. 241.

autant que possible, du gaz hydrogène carburé, en le faisant passer sur de la potasse très-sèche qui attire l'eau avec avidité. Le gaz traité de cette manière ne put être dilaté par l'électricité que d'un sixième de son volume; mais en y ajoutant une goutte ou deux d'eau, on parvenoit à porter l'expansion jusqu'à la proportion déja connue. Il devint donc alors évident que la substance décomposée par l'électricité n'étoit pas le carbone, mais bien l'eau que peut retenir le gaz hydrogène carburé. L'explosion électrique fournit la température convenable à la décomposition de l'eau, dont l'oxigène s'unit au carbone, et forme de l'acide carbonique, et dont l'hydrogène, devenu libre, produit la dilatation constatée. L'eau absorbe avec avidité le gaz acide carbonique.

En versant de ce liquide sur 709 mesures de gaz hydrogène carburé dilaté par l'électricité, on trouva qu'il en avoit été absorbé 100 mesures; ce qui prouve évidemment la présence du gaz acide carbonique. Quant à l'azote trouvé dans le gaz dilaté, par M. Austin, il paroît évident qu'il provenoit de l'admission, dans les vaisseaux, d'un peu d'air atmosphérique qui contient 78 parties de ce gaz sur 100; car le gaz du docteur Austin étoit resté longtems sur l'eau, et suivant les docteurs Priestley et Higgins,

l'air, dans cette circonstance, devient toujours imprégné d'azote (1). Telles sont les propriétés du gaz hydrogène carburé. M. Watt qui, le premier, fit connoître les effets de ce gaz lorsqu'on le respire, semble être celui qui lui donna le nom d'*hydro-carbonate*, qu'emploient ordinairement les écrivains anglais, et que depuis, M. Henry a changé en celui d'*hydro-carbure*. Ce terme, ainsi modifié, ne paroît pas susceptible d'objection, et peut convenablement servir pour distinguer cette espèce de composé de ceux que forme la combinaison de l'hydrogène et du carbone.

[*Hydrogène sur-carburé, ou gaz oléfiant.*] 8. Lorsqu'on met ensemble dans une cornue, quatre parties d'acide sulfurique et une partie d'alcool, le mélange s'échauffe considérablement et prend une couleur brune. En appliquant ensuite la chaleur d'une lampe à la cornue, après en avoir fait plonger le bec sous l'eau, le mélange entre aussitôt en ébullition; il se dégage, en grande quantité, un gaz que les chimistes hollandais, qui l'examinèrent particu-

(1) L'augmentation de matière combustible, dans l'expérience de M. Austin, provenoit indubitablement de l'oxidation d'une partie du mercure aux dépens de l'eau.

lièrement les premiers (1), nommèrent *gaz oléfiant*, et auquel le nom d'*hydrogène surcarburé* semble devoir mieux convenir.

[*Propriétés.*] Ce gaz, analysé depuis par MM. Berthollet et William Henry, jouit de toutes les propriétés mécaniques de l'air commun; mais il a une odeur désagréable, due peut-être à quelque portion de matière huileuse qu'il tient en dissolution. Ce gaz ne peut entretenir la combustion. Il est aussi nuisible aux animaux que le gaz hydrogène carburé. Sa pesanteur spécifique est, suivant les chimistes hollandais, de 0.905. celle de l'air étant 1.000.

Un décimètre cube de ce gaz pèse, à la température de 15°.55 therm. centig., et sous la pression barométrique de 760 millim., 1.113 gram. Etant allumé, il brûle avec une flamme blanche, épaisse, éclatante, et sa combustion se prolonge très-longtems. Si, après l'avoir mêlé avec le gaz oxigène, on l'enflamme par l'électricité dans des vaisseaux clos, il détone et laisse pour résidu de l'acide carbonique et de l'eau, ce qui prouve que les parties constituantes de ce gaz sont l'hydrogène et le carbone. Il faut, d'après les

---

(1) MM. Bondt, Dieman, Van Troostwyk et Lauwerenburg. Jour. de phys. XIV. 178.

expériences de M. Henry, pour consumer complètement 1000 centim. cubes de *gaz oléfiant*, 2840 centim. de gaz oxigène. 1790 centim. de ce dernier gaz ont été employés à la formation d'une quantité égale d'acide carbonique qu'on obtient, et les 1050 centim. restans (1), à la formation de l'eau, par leur union avec l'hydrogène, dont la quantité, ainsi que nous l'avons déja dit, devoit être double, et par conséquent de 2100 centim. en volume. 1790 centim. d'acide carbonique contiennent 0.849 gramm. de carbone, et 2100 centim. d'hydrogène pèsent 0.216 gramm., ce qui fait ensemble 1.065 gramm., quantité, à très-peu de chose près, égale à celle que pèsent les 1000 centimètres cubes de ce gaz.

[*Composition.*] Le gaz oléfiant est donc ainsi composé de

79.67	Carbone.
20.33	Hydrogène.
100.00	

La proportion du carbone dans ce gaz est presque double de celle qui existe dans le gaz hydrogène carburé : c'est donc avec raison qu'il convient de lui donner la dénomination d'hy-

(1) Nicholson's *Jour.* XI. 66.

drogène sur-carburé, qui indique cette plus grande proportion du carbone, les parties constituantes de l'un et de l'autre de ces gaz étant, savoir :

	Hydrogène.	Carbone.
Pour l'hydrogène carburé.....	100	229.6
Pour l'hydrogène sur-carburé..	100	392.0

Cette analyse ne s'accorde point avec celle de Berthollet, qui annonce s'être assuré que l'hydrogène sur-carburé est composé d'une partie d'hydrogène, et de trois de carbone ; mais comme il ne nous parle point des données d'après lesquelles il a cru devoir déterminer cette proportion, il n'est pas possible de reconnoître la cause de sa différence d'avec celle déduite des résultats des expériences de M. Henry (1).

M. Berthollet rend compte d'un fait très-curieux qui avoit échappé à l'observation des chimistes hollandais. En faisant détoner, par l'électricité, un mélange de quatre mesures de gaz oléfiant et de trois mesures de gaz oxigène, il se produit une dilatation telle que les sept mesures du volume total occupent la place de onze, et il se dépose une matière charbonneuse.

(1) Statique chimique. II. 68.

Le gaz ainsi dilaté est encore susceptible de détonation avec une proportion convenable d'oxigène (1). Berthollet suppose que l'effet de la première détonation a été d'opérer la combinaison des deux gaz qui conservoient encore leur forme gazeuse; mais il est très-difficile de concevoir comment une telle combinaison peut être produite par la combustion, et rester cependant combustible.

[*Action de l'acide muriatique oxigéné.*] Une des propriétés les plus caractéristiques de ce gaz est celle qu'il a de former, en diminuant rapidement de volume, une huile de couleur opale par son mélange avec le gaz appelé *acide oximuriatique* (*muriatique oxigéné*) (2). C'est à raison de cette propriété, que les chimistes hollandais furent portés à désigner ce gaz par la dénomination de *gaz oléfiant*. Ils trouvèrent, qu'en mêlant ensemble trois mesures de gaz oléfiant, et quatre de gaz acide oximuriatique, ces deux gaz disparoissoient totalement. Les proportions du mélange des deux gaz dont M. Henry obtint le même effet différoient de celles-ci, et consistoient en cinq mesures de gaz oléfiant, et six de gaz acide

(1) Statique chimique. II. 71.

(2) On traitera de ce gaz dans le chapitre suivant.

muriatique oxigéné. Cette rapidité d'absorption, et cette formation d'huile nous fournissent les moyens de reconnoître avec la plus grande facilité la présence du gaz oléfiant dans les mélanges gazeux, et M. Henry s'en est servi, d'une manière bien ingénieuse, pour l'analyse d'une grande variété de mélanges gazeux inflammables (1).

[*Oxide carbonique.*] Lorsqu'on expose à une chaleur rouge, dans une cornue de fer, un mélange, par parties égales, de limaille de fer et de craie, préalablement desséchées autant qu'il se peut, il se dégage une grande quantité de gaz, consistant partie en acide carbonique, et partie en une espèce d'air inflammable pesant, qu'on obtient dans un grand état de pureté, après en avoir séparé l'acide carbonique par la chaux. Ce gaz fut découvert par Priestley; mais c'est aux ingénieuses expériences de M. Cruikshanks que nous sommes redevables de la connoissance que nous avons de ses parties constituantes, et de ses propriétés. Clément et Desormes, Morveau et Berthollet l'examinèrent aussi bientôt après avec la même sagacité et le même succès. On lui a donné le nom de *gaz oxide carbonique* (*oxide de carbone*, Nomenclature chimique française); et il est probable, d'après les expé-

(1) Nicholson's *Jour.* XI. 65.

riences de Cruikshanks, que ce gaz, qui a été souvent confondu avec les deux autres espèces dont il diffère si évidemment, est un composé d'oxigène et de carbone.

Il a toutes les propriétés mécaniques de l'air commun. Sa pesanteur spécifique est, suivant Cruikshanks, de 0.956, celle de l'air étant de 1.000. Ainsi le poids du décimètre cube de ce gaz, à une température et sous une pression moyennes, est de 1.185 gramme.

[*Propriétés.*] Le *gaz oxide de carbone* brûle avec une flamme bleue donnant peu de lumière. Il détone avec le gaz oxigène, mais foiblement. Il lui en faut, pour le brûler, trois mesures et demie pour huit. Lorsqu'on mêle ensemble 1000 centim. cubes de ce gaz, et 400 centim. cubes de gaz oxigène, le tout est consumé, et il s'est formé 920 centim. cubes d'acide carbonique (1), or ces 920 cent. d'acide carbonique pèsent 1.69 grammes, et les 1000 centim. d'oxide de carbone avec les 400 d'oxigène qui les ont produits, pèsent ensemble 1.72 gram. C'est ce rapport entre les poids des substances consumées et des substances formées par la combustion, qui porta Cruikshanks à conclure que le gaz oxide de carbone ne contenoit pas d'hydrogène, et cette opi-

(1) Cruikshanks, Nicholson's *Jour. quarto*. V. 8.

nion a été partagée par le plus grand nombre des chimistes. En la supposant fondée, il nous sera facile de déterminer les parties constituantes du gaz oxide de carbone. L'acide carbonique produit contient à-peu-près 0.448 grammes de carbone ; le surplus est le poids de l'oxigène dont il faut soustraire celui des 400 centim. qui ont été employés à la combustion ; il en restera environ 0.787 grammes pour la quantité qui existoit dans le gaz avant qu'il fût brûlé.

[*Composition.*] Ainsi le gaz oxide de carbone pourroit être considéré comme composé de

37.80	Carbone,
62.20	Oxigène.
100.00	

Berthollet n'admet point cette analyse ; suivant lui, l'hydrogène est une des parties constituantes du gaz oxide de carbone, qu'il regarde comme un composé triple d'oxigène, de carbone, et d'hydrogène. Que ce gaz contienne souvent de l'hydrogène, cela est probable ; mais les expériences de M. Henry ont rendu probable aussi que sa présence n'y est qu'accidentelle, et non essentielle ; car, en soumettant le gaz oxide de carbone à l'action des commotions électriques, il n'est pas dilaté comme le sont tous les gaz jusqu'à présent éprouvés, qui con-

tiennent l'hydrogène comme partie constituante (1). Une expérience de Lavoisier vient à l'appui de cette assertion, que le gaz oxide de carbone peut s'obtenir entièrement dépouillé d'hydrogène. En faisant passer du gaz acide carbonique à travers un tube rougi contenant du charbon en poudre, le gaz augmente graduellement de volume ; ses propriétés d'acide carbonique se changent, et il est converti en gaz oxide de carbone. Dans cette expérience, dont nous sommes redevables à Cruikshanks, le charbon semble avoir été dissous par l'acide carbonique, et en avoir ainsi altéré la nature. On pourroit objecter que le charbon contient de l'hydrogène, et que par conséquent sa combinaison avec l'acide carbonique dans la formation du gaz oxide de carbone est une circonstance plus favorable que contraire à l'opinion de Berthollet; mais le diamant ne peu pas être supposé contenir de l'hydrogène ; et cependant, lorsque Lavoisier exposa le diamant à l'action du verre ardent dans le gaz acide carbonique, ce gaz augmenta aussi en volume, comme cela a lieu avec le charbon, quoique plus lentement. Le gaz formé ne fut point examiné, et cela n'eût pas été facile ; mais les effets ayant été les mêmes, il est évident qu'il

(1) Nicholson's *Jour.* XI. 72.

y avoit eu formation d'oxide de carbone, ou au moins combinaison de carbone pur avec l'acide carbonique, ce qui est la même chose (1).

[*Hydro-carbonates.*] 10. Les trois espèces de gaz dont on vient de parler ont été longtems confondues ensemble en Angleterre sous la dénomination d'*hydro-carbonates*. L'absorption par l'eau de la première et de la dernière de ces espèces n'est pas sensible; mais à l'égard de la seconde, le gaz oléfiant, elle est d'environ 0.11, ou de 110 centim. de ce gaz par 1000 centim. d'eau (2). Ces trois espèces sont toutes excessivement nuisibles aux animaux, et leur font presqu'instantanément éprouver la défaillance, la langueur, et la mort. La troisième espèce se reconnoît aisément à la couleur bleue foncée de sa flamme lorsqu'elle brûle, tandis que la flamme des deux autres espèces est blanche, et celle de la seconde est beaucoup plus éclatante. Il est très-probable, d'après les expériences de M. Henry, que toutes les autres variétés de *gaz inflammables pesans* ne sont que des mélanges de ces trois espèces avec le gaz hydrogène.

[*Gaz retirés du charbon humide.*] 11. En faisant passer de l'eau en vapeur à travers un tube de porcelaine ou de métal sur du charbon

(1) Macquer, *Dict.* I. 336.

(2) Henry, *on the Anthority of Dalton.* Nicholson. XI. 70.

chauffé au rouge, il se produit une grande quantité de gaz. Si la vapeur passe assez rapidement pour n'être pas entièrement décomposée, le gaz obtenu est un mélange d'acide carbonique et d'air inflammable pesant ; mais si la décomposition de l'eau par le charbon a été complète, le gaz sortant du tube est presqu'en totalité inflammable (1).

Ce gaz examiné par Cruikshanks, dans ses expériences sur l'oxide de carbone, et depuis peu soumis à l'analyse par M. Henry (2), brûle comme l'oxide de carbone avec une flamme bleue. Il est également nuisible à la vie. L'état de ce gaz varie selon les proportions de l'eau, et les degrés de chaleur qui en ont opéré la production ; et c'est à cette variation que doit être attribuée la différence qu'on a reconnue dans sa pesanteur spécifique. Lavoisier et Musnier l'ont trouvée être de 0.279, celle de l'air étant de 1.000 (3); tandis que Cruikshanks la porte jusqu'à

(1) Priestley d'abord se procura le gaz de cette manière, et fit connoître l'effet de différentes proportions de vapeur. Le procédé fut répété avec grand soin par Lavoisier, dans le cours de ses expériences ayant pour objet la détermination des parties constituantes de l'acide carbonique, et M. Watt l'indiqua comme le meilleur moyen de préparation de l'*hydro-carbonate* pour les usages de la médecine pneumatique.

(2) Nicholson's *Jour.* XI. 66.

(3) Mém. par. 1781, p. 458.

0.468, ou presque au double (1); le poids du décimètre cube de ce gaz est évalué 0.342 gram. par les premiers, et à 0.573 par Cruikshanks. M. Henry le trouva un peu plus léger que Cruikshanks, et il le considéra comme un mélange de gaz hydrogène avec l'oxide de carbone, et peut-être même avec un peu d'hydrogène carburé, d'après le résultat de 350 centim. cubes d'acide carbonique obtenus de la combustion de 1000 centim. de ce gaz qu'il fit détoner avec 600 centim. d'oxigène.

[*Gaz obtenu du bois.*] 12. Le gaz obtenu par la distillation du bois brûle avec une flamme beaucoup plus blanche que le précédent. M. Henry a trouvé, que celui qui provient de la distillation du chêne, n'exigeoit pour sa combustion complète que 54 mesures d'oxigène sur 100, et qu'il se produisoit 33 mesures d'acide carbonique. Il le considère comme composé des mêmes gaz que le précédent, mais dans des proportions différentes. Pour 100 mesures du gaz provenant de la tourbe desséchée, il en faut 68 d'oxigène, et il s'en forme 43 d'acide carbonique (2).

(1) Nicholson's *Jour. quarto.* V. 8.

(2) Henry, *ibid.*

[*Gaz retiré du charbon de terre.*] Le gaz qui s'obtient par la distillation du charbon de terre brûle avec un grand éclat; c'est, suivant M. Henry, un mélange d'hydrogène carburé, d'un peu d'oxide de carbone, et de gaz oléfiant. La distillation de l'huile et de la cire produit le gaz hydrogène carburé; mais avec les 0.125 de son volume de gaz oléfiant pour celui qui provient de l'huile, et les 0.25 pour celui que produit la cire. Le gaz oléfiant existe aussi dans ceux qui se dégagent, lorsqu'on fait passer à travers des tubes rougis, le camphre, l'éther et l'alcool (1).

SECTION III.

Du phosphore.

[*Préparation.*] Le phosphore, le troisième des corps combustibles simples, peut s'obtenir de la manière suivante. Faites brûler, ou en terme de chimie, *calciner*, des os jusqu'à ce qu'ils cessent de donner de la fumée ou de répandre aucune odeur quelconque; réduisez-

---

(1) Henry, *ibid.*

les ensuite en une poudre très-fine : mettez 100 parties de cette poudre, délayée dans quatre fois son poids d'eau, dans une bassine de porcelaine ou de grès ; ajoutez-y successivement, et en remuant bien à chaque fois, 40 parties d'acide sulfurique. Le mélange s'échauffe, il s'y manifeste une grande action de formation, et de dégagement de bulles d'air, ce qu'on appelle en chimie *effervescence :* laissez le mélange dans cet état pendant 24 heures, en ayant soin de le remuer de tems en tems avec une baguette de verre ou de porcelaine, afin de faciliter l'action de l'acide sulfurique sur la poudre d'os (1) ; retirez-le alors de la bassine pour le mettre sur un filtre de toile, placé au-dessus d'un vase de porcelaine, destiné à recevoir la liqueur qui passera à travers : lavez le marc restant sur le filtre avec de l'eau pure, à plusieurs reprises, et jusqu'à ce que le lavage n'ait plus de saveur sensible ; versez lentement dans la liqueur, réunie dans la bassine, du nitrate de plomb (2) dissous dans l'eau,

(1) Fourcroy et Vauquelin, Mém. de l'Inst. II. 282.

(2) Ce sel, dont on parlera dans la suite, convient mieux pour cet objet que l'acétite de plomb, ainsi que Giobert l'a observé d'abord, et plus récemment M. Hume. Ann. de chim. XII. 15 ; et Phil. Mag. XX. 16.

et ajoutez-y en successivement tant que la formation, que cette dissolution y aura immédiatement produite, d'une poudre blanche qui se dépose au fond du vaisseau, continuera d'avoir lieu. Faites alors filtrer le tout; et après avoir bien lavé et séché la poudre blanche restée sur le filtre, ajoutez-y environ un sixième de son poids de charbon pulvérisé; remplissez une cornue de grès de ce mélange, et placez-la sur un fourneau, en faisant plonger le bec de la cornue dans un vase rempli d'eau, de manière qu'il se trouve toujours au-dessous de sa surface; appliquez alors la chaleur, et poussez-la graduellement jusqu'à ce que la cornue soit chauffée au blanc. Il s'en dégage d'abord une grande quantité de bulles d'air, dont quelques-unes prennent feu par le contact de l'air, en venant crever à la surface de l'eau; et lorsque la chaleur est assez forte, il en coule une substance ayant l'aspect de la cire fondue, qui se figé dans l'eau en sortant du bec de la cornue qui y plonge.

Cette substance est le *phosphore*.

[*Histoire de sa découverte.*] Elle fut accidentellement découverte en 1669, par Brandt, chimiste de Hambourg (1), lorsqu'il s'occupoit

(1) Homberg, Mém. Par. 1692. Il fut publié des dis-

des moyens de trouver dans l'urine humaine un liquide capable de convertir l'argent en or. Il en envoya un échantillon à Kunkel, chimiste allemand très-distingué, qui fit part de ce fait, comme d'une chose de curiosité, à Kraft, son ami à Dresde. Celui-ci se rendit immédiatement à Hambourg, et acheta de Brandt son secret, moyennant 200 dollars, en exigeant de lui la promesse qu'il ne le révéleroit à nulle autre personne. Bientôt après, il fit voir publiquement son phosphore en Angleterre et en France, espérant sans doute que ce seroit pour lui un moyen de faire promptement sa fortune. Kunkel, qui avoit fait part à Kraft de l'intention où il étoit de se procurer la possession du procédé, s'étant trouvé piqué de la conduite perfide de son ami, travailla à le découvrir lui-même; et il y parvint en 1674, quoiqu'il n'eût appris de Brandt autre chose, sinon que l'urine étoit la substance qui avoit produit le phosphore (1): aussi a-t-il été toujours,

sertations à ce sujet dans les Transactions philosophiques, pour 1681, par Stermins d'abord, et ensuite par le docteur Slare.

(1) C'est le récit de Kunkel lui-même, dans son *Laboratorium chimicum*, p. 160. *Voy.* aussi Wiegleb, *Geschichte der Wachsthums und der erfindungen in der chemie.* V. I, p. 411.

et justement, reconnu pour être un de ceux à qui la découverte du phosphore est due. Boyle découvrit aussi le phosphore, quoique Leibnitz assure que Kraft lui avoit communiqué son procédé, et que Kraft l'ait également déclaré à Stahl; mais l'assertion d'un trafiquant de secrets, qui avoit trompé ses amis, ne peut pas prévaloir sur l'affirmation de Boyle, qui étoit non-seulement un des plus grands philosophes, mais encore un des hommes les plus vertueux de son siècle; et Boyle assure positivement qu'il a fait la découverte du phosphore avant d'avoir eu connoissance du procédé de Brandt (1).

M. Boyle révéla le procédé à son assistant, M. Godfrey-Hankwitz, apothicaire à Londres, qui continua pendant très-longtems de fournir le phosphore à toute l'Europe, et c'est par cette raison qu'il n'étoit alors connu des chimistes que sous le nom de *phosphore d'Angleterre* (2). D'autres chimistes cependant avoient bien essayé de le produire, mais vraisemblablement sans succès, jusqu'en 1737 (3), époque à laquelle il vint à Paris un étranger qui offrit de faire le

(1) Boyle's, *Works abridged by Shaw*. III. 174.
(2) Hoffman, *Observat. chim. phys. select.*, p. 304.
(3) Stahl, *Fundam. chim.* II. 58.

phosphore. Le Gouvernement français lui accorda une récompense pour la communication de son procédé. Hellot, Dufay, Geoffroy et Duhamel, le lui virent exécuter avec succès, et dans les mémoires de l'Académie des Sciences de la même année 1737, Hellot le publia dans le plus grand détail. Il consistoit à évaporer à siccité de l'urine putréfiée, à chauffer jusqu'au rouge le résidu épaissi de cette évaporation, à le laver avec de l'eau pour en séparer les substances salines, à le faire sécher, et à le porter alors graduellement, dans des cornues de grès, au plus haut degré d'intensité de chaleur. Ce procédé, long, dégoûtant, et très-dispendieux, ne donnoit qu'une petite quantité de produit. Le célèbre Margraf, qui s'étoit livré vers la même époque à la recherche du phosphore, publia, peu de tems après, un procédé beaucoup plus prompt et plus productif, dont il étoit redevable à Henkel. Il consistoit à mêler un sel de plomb avec l'urine épaissie. Il trouva même que l'urine contenoit un sel particulier (1) dont le phosphore est séparé lorsqu'on le chauffe avec le charbon (2).

(1) Connu alors sous le nom de *sel fusible de l'urine*, actuellement appelé *phosphate d'ammoniaque*.

(2) Miscel. Berlin, 1740. VI. 54. — Mém. acad. Berlin, 1746, p. 84. — Margraf, *Opusc.* I. 50.

Ce fut en 1769 que Gahn, chimiste suédois découvrit que le phosphore étoit contenu dans les os (1), et peu de tems après Schéele (2) trouva un procédé pour l'en obtenir. On se le procure généralement aujourd'hui de cette manière. Le procédé que nous avons décrit en commençant cette section, est celui de Fourcroy et Vauquelin. Le procédé que les fabricans de phosphore emploient habituellement est un perfectionnement de celui de Schéele.

Bientôt après la découverte du phosphore, il fut soumis à beaucoup d'expériences par Slare et Boyle. Hoffman publia en 1722, sur cette substance, une dissertation qui renferme quelques faits curieux ; mais Margraf fut le premier qui examina ses effets sur les autres corps, et la nature des combinaisons qu'elle forme. Pelletier continua avec beaucoup de succès cet examen. Les expériences de Lavoisier présentèrent des résultats encore plus importans ; elles fondèrent une époque mémorable dans la science de la chimie.

[*Propriétés.*] 1. Le phosphore, quand il est pur, est demi-transparent et d'une couleur jaunâtre ; mais lorsqu'il est conservé pendant

(1) Bergman, *Notes on Scheffer.*

(2) Crell, *Annal.* Engl. Trans. I. 17.

quelque tems dans l'eau, il devient opaque à l'extérieur, et ressemble beaucoup alors à de la cire blanche, dont il a-à-peu-près la consistance. On peut le couper avec un couteau, ou le tordre avec les doigts. Il est insoluble dans l'eau ; sa pesanteur spécifique moyenne est de 1.770.

2. Il fond à la température de 37°.22 cent. (1). Il faut avoir soin de tenir le phosphore sous l'eau quand on le fond, car il est si combustible, qu'il ne pourroit être facilement fondu à l'air sans qu'il prît feu. Le phosphore nouvellement préparé est toujours sale, parce qu'il est mêlé avec de la poussière de charbon et d'autres impuretés. On l'en sépare en le faisant passer dans cet état à travers un morceau nettoyé de peau de chamois. On peut l'avoir en bâtons en en mettant dans un entonnoir de verre à long tube, fermé à son extrémité, par un bouchon de liége, et en plongeant le tout dans l'eau chaude : le phosphore fond et prend la forme du tube. On l'en fait sortir aisément avec un morceau de bois, lorsqu'il est refroidi. Le phosphore s'évapore, dans les vaisseaux fermés, à la température de 103°.88 cent. Il entre en ébullition à celle de 290°.0 cent.

---

(1) Pelletier, Journ. de phys., XXXV. 380.
(2) *Ibid.* p. 381.

[*Brûle à l'air.*] 3. Le phosphore exposé à l'air, répand une vapeur blanche qui a l'odeur d'ail, et qui est lumineuse dans l'obscurité. Cette vapeur est d'autant plus abondante que la température est plus élevée. Elle opère graduellement la combustion du phosphore, qui à la fin disparoît en totalité.

[*Soluble dans le gaz oxigène.*] 4. Si l'on met un morceau de phosphore sous une cloche de verre remplie de gaz oxigène, ce gaz en dissout une partie à la température de 15°,55 cent. Mais le phosphore ne devient lumineux que lorsque cette température est élevée à 26°,66 (1), d'où il suit que le phosphore brûle à une température plus basse dans l'air commun que dans l'oxigène. Cette faculté qu'a le phosphore de brûler lentement à la température ordinaire de l'atmosphère, rend indispensable la précaution de le conserver dans des vaisseaux remplis d'eau. Cette eau doit être préalablement dépouillée par l'ébullition, de l'air que ce liquide contient ordinairement. Les vases où est renfermé le phosphore doivent être placés dans un endroit obscur; car lorsqu'il est exposé à la lumière, il prend très-promptement une couleur blanche qui passe graduellement au brun foncé.

(1) Fourcroy et Vauquelin, Ann. de chim. XXI. 196.

[*Converti par la combustion.*.] 5. Le phosphore chauffé à 64°44 cent., prend feu, il brûle avec une flamme très-brillante, accompagnée d'une grande quantité de fumée blanche, lumineuse dans l'obscurité, et en répandant une odeur qui a beaucoup d'analogie avec celle de l'ail. Sa combustion ne laisse aucun résidu, mais lorsqu'on recueille la fumée blanche qui a lieu lorsqu'elle s'opère, on trouve que c'est un *acide* que Stahl considéroit comme étant l'acide muriatique (1). Ce chimiste regardoit le phosphore comme un composé d'acide muriatique et de phlogistique (2), et l'effet de sa combustion, comme n'opérant que la séparation de ce dernier principe. Il alloit même jusqu'à déclarer, que pour faire le phosphore, il n'étoit besoin que de combiner l'acide muriatique avec le phlogistique (3). Ces assertions ayant eu quelque crédit, la composition et la nature du phosphore restèrent complettement ignorées jusqu'en 1740, époque à laquelle Margraf de

(1) On traitera de cet acide par la suite.

(2) Stahl et ses sectateurs, appliquèrent le terme *phlogistique* à une substance qui existoit, suivant eux, dans tous les corps combustibles, et s'en séparoit pendant la combustion.

(3) Stahl, *Three hundred Experimens.*

Berlin publia ses expériences. Ce savant voulut essayer de produire du phosphore par la combinaison de l'acide muriatique et du phlogistique, mais de quelque manière qu'il variât son procédé, dans quelqu'état qu'il présentât l'acide au phlogistique, et par quelque substance que celui-ci fût fourni, tous ses essais furent inutiles, et il se vit forcé de renoncer à la possibilité de cette combinaison. En examinant l'acide qui se forme pendant la combustion du phosphore, il trouva que ses propriétés différoient essentiellement de celles de l'acide muriatique, et que par conséquent c'étoit une substance particulière qui en étoit très-distincte (1).

[*Converti en acide phosphorique.*] On lui donna le nom d'*acide phosphorique*, et il fut alors établi que le phosphore est un composé de cet acide uni au phlogistique.

Margraf avoit observé que l'acide phosphorique est plus lourd que le phosphore dont il provient, et Boyle avoit reconnu, longtems auparavant, que le phosphore ne brûle qu'avec le contact de l'air. Ces faits suffirent pour prouver l'inexactitude de la théorie de la composition du phosphore, mais ils restèrent eux-mêmes sans avoir été vérifiés jusqu'au moment

(1) Margraf, *Opusc.* I. 56.

où Lavoisier publia ses expériences qui répandirent un si grand jour sur la nature et la composition des acides (1).

[*Est une combinaison du phosphore et de l'oxigène.*] Après avoir vidé d'air un globe de verre, l'avoir pesé exactement, et rempli de gaz oxigène, il y introduisit 17.950 gramm. de phosphore. Le globe étoit garni d'un robinet, au moyen duquel on y admettoit le gaz oxigène à volonté. On enflamma le phosphore avec un verre ardent. La combustion fut extrêmement rapide, accompagnée d'une flamme brillante, et de beaucoup de chaleur. Il se formoit, à mesure qu'elle avoit lieu, une grande quantité de flocons blancs qui s'attachoient à la surface intérieure du globe et le rendirent opaque ; ils devinrent à la fin si abondans, que le phosphore s'éteignit, quoique le globe fût constamment fourni de gaz oxigène. Après avoir laissé refroidir le globe, on le pesa de nouveau avant de l'ouvrir. On s'assura de la quantité d'oxigène employée pendant la combustion ; et le phosphore qui restoit encore, sans avoir éprouvé aucun changement, fut pesé avec soin. Le poids des flocons blancs, qui n'étoient autre chose que de l'acide phosphorique pur, se trouva être

(1) Mém. par. 1778 et 1780.

exactement égal à ceux du phospore et de l'oxigène qui avoient disparu dans l'expérience. L'acide phosphorique avoit donc été formé par la combinaison de ces deux corps ; car le poids absolu de toutes les substances ensemble se trouvoit être le même après l'opération qu'auparavant (1). Il est impossible alors que le phosphore soit composé d'acide phosphorique, puisque le phosphore lui-même entre dans la composition de cet acide.

La combustion du phosphore n'est donc aussi, comme celle de l'hydrogène et du carbone, que sa combinaison avec l'oxigène; car il ne se produit pendant l'expérience, d'autre substance que l'acide accompagné, à la vérité, de beaucoup de chaleur et de lumière.

Il résulte de cette expérience de Lavoisier, que 100 parties de phosphore exigent pour se saturer 154 parties d'oxigène ; de sorte que 0.100 gram. de phosphore ne condensent pas moins de 168 centim. cubes de gaz oxigène, et suffisent pour dépouiller 764 centimètres cubes d'air de tout le gaz oxigène qu'ils contiennent.

[*Oxide de phosphore.*] 6. Quoique le phosphore pur ne s'allume que lorsqu'il est

(1) Lavoisier, *Chimie*, part. 1, chap. 5.

chauffé à 64.44° cent., il est cependant vrai qu'il y en a qui brûle à des températures de beaucoup inférieures. La chaleur de la main le fait souvent brûler avec vivacité, et même il s'allume quelquefois par sa simple exposition à l'air de l'atmosphère; dans tous, ces cas le phosphore éprouve un changement. On a cru jusqu'à présent que cet accroissement de combustibilité dans le phosphore est dû à une petite quantité d'oxigène avec laquelle il est combiné, ce qui, dans cet état, le fait distinguer sous la dénomination d'*oxide de phosphore*. Lorsqu'on expose du phosphore à la chaleur de l'eau bouillante dans un tube de verre étroit et allongé, il se couvre d'une lumière douce, et passe graduellement à l'état de vapeur blanche qui tapisse les parois du tube. Cette vapeur est *l'oxide de phosphore*. Cet oxide a l'apparence de flocons légers, blancs, qui ont de la cohérence entre eux, et il est plus volumineux que le phosphore employé à l'expérience. Il s'allume lorsqu'il est légèrement chauffé, et brûle avec éclat. Exposé à l'air, il en attire puissamment l'humidité, et se convertit en une liqueur acide (1). Lorsqu'on oxide ainsi un peu de phosphore, en le chauffant dans

(1) Steinacher, Ann. de chim. XLVII. 104.

une petite boîte d'étain, il acquiert la propriété de prendre feu avec le contact de l'air. On s'en sert dans cet état pour allumer les bougies, sous la dénomination de *mèches phosphoriques*, le phosphore étant quelquefois mêlé avec un peu d'huile, quelquefois avec du soufre.

Lorsque le phosphore a été longtems soumis à l'action de l'eau, il se recouvre à la fin d'une croûte blanche, qui est aussi considérée comme un oxide de phosphore, mais cet oxide diffère considérablement de celui qu'on vient de décrire. Il est cassant, moins fusible, et beaucoup moins combustible que le phosphore lui-même (1). Le phosphore nouvellement préparé contient ordinairement un peu de ce dernier oxide qui y est mêlé, mais on peut facilement l'en séparer, en plongeant le phosphore dans de l'eau chauffée à 37°.77 centig. Le phosphore fond, tandis que l'oxide qui n'a éprouvé aucun changement, surnage le phosphore fondu.

[*Gaz hydrogène phosphoré.*] 7. Si on laisse séjourner pendant quelques heures un cylindre de phosphore dans le gaz hydrogène, il s'en dissout une partie. Il se produit un gaz auquel Fourcroy et Vauquelin, qui l'ont découvert les

(1) Steinacher, Ann. de chim. XLVII. 104.

premiers, ont donné le nom de *gaz hydrogène phosphoreux*, et qui a une légère odeur d'ail. En faisant passer ce gaz dans l'oxigène, chaque bulle produit une flamme bleuâtre très-brillante qui occupe la totalité du vaisseau rempli de gaz oxigène, et qui n'est due qu'à la combustion lente du phosphore dissous (1).

[*Gaz hydrogène phosphuré.*] Si l'on introduit un morceau de phosphore dans une cloche de verre remplie de gaz hydrogène et renversée sur le mercure, et qu'on l'y fasse fondre par le moyen d'une lentille, le gaz hydrogène en dissout une beaucoup plus grande quantité. Le nouveau composé, ainsi formé, a été appelé *gaz hydrogène phosphuré.* Ce gaz fut découvert par M. Gengembre en 1783 (2) et en 1784 par Kirwan, qui n'avoit point encore eu connoissance des expériences de M. Gengembre. Mais c'est à M. Raymond, qui a publié en 1791 (3) et en 1800 (4), des dissertations sur ce gaz et les moyens de l'obtenir par divers procédés, que nous sommes particulièrement redevables de la connoissance que nous avons de ses propriétés.

---

(1) Ann. de chim. XXI. 202.
(2) Mém. Sav. étrang. X.
(3) Ann. de chim. X. 9.
(4) *Ibid.* XXXV. 225.

[*Propriétés.*] Il a une odeur très-fétide qui ressemble à celle du poisson pourri. Il brûle avec une grande rapidité lorsqu'il a le contact de l'air, et détone avec violence lorsqu'il y est mêlé. Sa combustion est encore plus rapide et plus éclatante dans le gaz oxigène. Les bulles de ce gaz qu'on fait passer à travers l'eau viennent successivement faire explosion à la surface de ce liquide. Il se produit une vapeur blanche qui s'élève lentement sous la forme d'une belle couronne. Ce gaz est la substance la plus combustible connue ; sa combustion n'est autre chose que la combinaison du phosphore et de l'hydrogène dont il est composé, avec l'oxigène de l'atmosphère ; elle donne pour résultat de l'acide phosphorique et de l'eau. Ce sont ces deux substances qui, mêlées, ou plutôt combinées ensemble, forment la couronne de fumée blanche. Si l'on agite ce gaz avec de l'eau pure, elle en dissout environ les 0.25 de son volume à la température de 10 à 15° cent. (1). Cette dissolution est de couleur soufre, d'une saveur très-amère, et a une odeur forte très-désagréable. Si on la chauffe jusqu'au terme voisin de celui de l'ébullition, tout le gaz hydrogène phosphuré en est chassé sans avoir éprouvé

(1) Phil. Trans. 1803, p. 274.

aucun changement, et l'eau est rendue à son premier état de pureté. Lorsqu'on expose cette dissolution à l'air, le phosphore se dépose peu-à-peu à l'état d'oxide, le gaz hydrogène se dégage; il ne reste à la fin que de l'eau pure (1).

Le volume du gaz hydrogène phosphuré augmente par l'électricité comme celui du gaz hydrogène carburé. L'eau qu'il contient est décomposée, il se forme de l'acide phosphorique et le gaz hydrogène se dégage (2). On ne connoît ni la pesanteur spécifique, ni la proportion des parties constituantes de ce gaz.

[*Phosphure de carbone.*] 8. Le phosphore est susceptible de se combiner avec le carbone. Proust, professeur de chimie en Espagne, est le premier qui ait examiné le composé formé par cette combinaison auquel on a donné le nom de *phosphure de carbone*. C'est la substance rougeâtre qui reste dans la peau de chamois à travers de laquelle on a fait passer le phosphore pour le purifier. En exposant, pendant quelque tems, cette substance à une douce chaleur dans une cornue, on en sépare la petite portion de phosphore qu'elle contient en excès, et il reste dans la cornue une poudre

(1) Ann. de chim. XXXV. 233.

(2) Henry, Nicholson's, *Quar. jour.* II. 247.

d'un jaune orangé vif, légère, floconeuse, sans saveur et sans odeur : c'est le phosphure de carbone. Chauffé à l'air, il s'enflamme rapidement, et laisse pour résidu une portion de charbon qui a échappé à la combustion ; si la cornue dans laquelle le phosphure de carbone a été formé est chauffée au rouge, le phosphore est sublimé et le charbon reste (1).

[*Phosphures.*] 9. Le phosphore peut également se combiner avec beaucoup d'autres corps. On appelle *phosphures* les composés que ces combinaisons produisent.

[*Poison.*] 10. Le phosphore employé intérieurement est un poison (2). Lorsqu'il est pris en très-petite quantité, d'un 0.076 de gramme, par exemple, et dans un état de très-grande division, il agit, suivant Le Roy, comme aphrodisiaque puissant.

SECTION IV.

Du soufre.

Le soufre est une substance dure, cassante, de couleur ordinairement jaune, inodore,

(1) Ann. de chim. XXXIV. 44.
(2) *Ibid.* XXVII. 87.

ayant une saveur particulière, sensible, quoique très-foible. On le trouve en grandes quantités dans la nature, et particulièrement dans le voisinage des volcans. On le retire aussi par la distillation, du minéral appellé *pyrite*. La connoissance de ce corps date des tems les plus reculés. Les anciens en faisoient usage en médecine, et ils en employoient les vapeurs au blanchiment de la laine (1).

[*Propriétés.*] 1. Le soufre n'est pas conducteur de l'électricité. Il devient électrique par frottement. Sa pesanteur spécifique est de 1.990; il n'éprouve aucun changement par son exposition à l'air, il est insoluble dans l'eau.

[*Action du calorique.*] Si l'on fait éprouver à un gros morceau de soufre une chaleur douce, mais subite, comme en le pressant dans la main, il éclate, et se brise en morceaux avec un craquement particulier. Il fond, et devient liquide comme l'eau, à la température d'environ 170° centig. A une chaleur moins forte il s'élève sous la forme d'une poudre très-fine à laquelle on a donné le nom de *fleurs de soufre* (2), et que

(1) Pline, lib. 35. c. 15.

(2) C'est dans ce cas seulement que le soufre du commerce est passablement pur. Le *soufre en bâton* est ordinairement mêlé d'une portion assez considérable de substances étrangères.

l'on peut recueillir dans des vaisseaux convenablement disposés.

On appelle *volatiles* les substances qui sont ainsi élevées par l'application de la chaleur, et *volatilisation* l'opération qui produit cet effet.

[*Soufre est susceptible de cristallisation.*]
3. Il existe un grand nombre de corps qui après avoir été dissous par l'eau, ou fondus par la chaleur, sont capables d'affecter certaines figures régulières. Si, par exemple, on fait dissoudre du muriate de soude dans l'eau, et que par l'application d'une chaleur modérée, on convertisse ce fluide en vapeur, ou, en d'autres termes, si on fait évaporer lentement cette eau, le sel se déposera en cubes au fond du vase. On donne le nom de *cristaux* à ces figures régulières, et leur production s'appelle *cristallisation.*

Le soufre est susceptible de cristallisation; si, lorsqu'il a été fondu, et que sa surface commence à se congeler, on en fait promptement écouler tout ce qui en reste à l'état liquide, on trouve la cavité intérieure du morceau fondu tapissée de cristaux en aiguilles de forme octaèdre. On doit à Rouelle cette méthode de cristallisation du soufre. Si on l'opère dans un vaisseau de verre, ou sur une plaque de fer, on voit les

cristaux se former et s'accroître lorsque la température s'est abaissée à 106°.44 centig.

[*Converti par la combustion en un acide.*]
4. Le soufre étant chauffé à l'air, à la température de 293.33° centig., il s'allume spontanément, brûle avec une flamme bleue-pâle, en émettant une grande quantité de vapeurs d'une odeur très-suffocante. Si, après l'avoir chauffé, on le plonge dans une cloche de gaz oxigène, il brûle avec une flamme légèrement colorée en violet et répand des vapeurs en abondance. En continuant l'application de la chaleur, le soufre brûle en totalité sans laisser de cendres, ou *résidu*. Si on recueille ces vapeurs, on reconnoît qu'elles consistent en totalité en *acide sulfurique* (1). Ainsi l'effet de la combustion du soufre est sa conversion en un acide.

[*Explication du phénomène par Stahl.*]
Ce fait étoit connu depuis plusieurs siècles, mais Stahl est le premier qui en ait donné une explication intelligible. Il entreprit cette tâche et il parvint à établir d'après ses expériences, une

---

(1) Les acides sont une classe de corps composés que nous examinerons par la suite. On les distingue par leur saveur aigre, et les propriétés qu'ils ont de changer en rouge la couleur bleue d'un très-grand nombre d'infusions végétales.

théorie tellement ingénieuse, et appuyée sur un si grand nombre de faits, qu'elle fut dans très-peu de tems adoptée avec admiration par tous les savans, et ne contribua pas peu à faire prendre à la chimie le rang dans les sciences dont on avoit ridiculement prétendu l'exclure.

Il n'y a, suivant Stahl, qu'une seule substance capable de combustion, et qu'en conséquence il appelle *phlogistique*. Tous les corps susceptibles de prendre feu la contiennent en plus ou moins grande quantité. La combustion de ces corps n'est autre chose que leur séparation d'avec cette substance. Les corps entièrement privés de phlogistique sont incombustibles. Tous les corps combustibles, excepté ceux, s'il en existe, qui ne consistent qu'en phlogistique pur, sont composés d'un corps incombustible uni au phlogistique. Pendant la combustion le phlogistique s'échappe et le corps incombustible reste. Ainsi, lorsque le soufre a brûlé, le corps incombustible que laisse cette combustion est l'acide sulfurique; le soufre est donc un composé d'acide sulfurique et de phlogistique.

On ne pouvoit établir pleinement cette théorie qu'en démontrant que l'acide sulfurique peut s'obtenir en en dégageant le phlogistique, et qu'on peut réellement former le soufre en combinant ensemble l'acide sulfurique et le phlogis-

tique ; c'est ce que Stahl entreprit de prouver. Si l'on mêle, et si l'on chauffe ensemble de la potasse (1) et du soufre, il se forme, par la combinaison de ces deux substances, une masse cassante de couleur brune. En exposant à une douce chaleur, dans un vaisseau ouvert, ce composé préalablement réduit en poudre, le soufre disparoît peu-à-peu et il est remplacé par de l'acide sulfurique combiné avec la potasse. Dans ce cas, suivant Stahl, le phlogistique s'est dissipé et l'acide est resté. Pour reproduire le soufre, il ne s'agit que de présenter à cet acide un corps qui contienne le phlogistique. Le charbon étant un des corps dont la combustion donne le moins de résidu, le phlogistique doit, d'après la théorie de Stahl, y exister en grande proportion. Il mêla ensemble dans un creuset, le composé d'acide sulfurique et de potasse avec les 0.25 en poids de charbon pulvérisé. Le creuset fut recouvert par un autre renversé sur lui, et on le chauffa très-fortement. On le laissa ensuite refroidir, et en examinant ce qui s'y trouvoit, on s'assura que le charbon avoit disparu et qu'il n'étoit resté qu'un mélange de soufre et de potasse combinés ensemble, mais d'une couleur plus foncée, produite par le résidu charbonneux.

(1) Substance dont on expliquera la nature.

Le creuset contenoit d'abord trois substances, la potasse, l'acide sulfurique et le charbon. Deux de ces substances, l'acide sulfurique et le charbon, avoient disparu, et elles se trouvoient remplacées par le soufre. Il avoit donc été formé par leur combinaison, mais le charbon consistoit en totalité en phlogistique, moins la petite portion qui avoit noirci le résidu dans le creuset; la formation du soufre provenoit donc de la combinaison de l'acide sulfurique et du phlogistique (1). Cette explication parut si satisfaisante, que la composition du soufre, telle qu'elle l'établissoit, fut regardée pendant longtems comme une des vérités les mieux démontrées en chimie.

[*N'est pas satisfaisante.*] Deux faits cependant que Stahl n'avoit pas connus, ou auxquels il n'avoit pas fait suffisamment attention, ne s'accordoient, ni l'un ni l'autre, avec sa théorie. Le premier est que le soufre ne peut brûler sans le contact de l'air, et le second, que l'acide sulfurique est plus pesant que le soufre dont il est le produit. Les chimistes qui succédèrent à Stahl, en raffinant sur sa théorie, répondoient à ces faits et autres de même nature, en

(1) Stahl, *Opusc. chimico-physico-med. anatomia sulphuris comm.*, p. 749.

présentant le phlogistique non-seulement comme dépourvu de *gravité*, mais comme doué d'un principe de *légèreté*. Il leur restoit cependant toujours à expliquer la nécessité du contact de l'air. Enfin M. Lavoisier, qui s'étoit déja fait connoître par l'étendue de ses idées, l'exactitude de ses expériences, et la précision de son raisonnement, entreprit des expériences sur ce sujet, dont il rendit compte à l'Académie des Sciences en 1777.

[*Véritable explication par Lavoisier.*] Il mit du soufre dans une grande cloche de verre remplie d'air, renversée sur un autre vaisseau contenant du mercure. Il enflamma le soufre par le moyen d'un verre ardent ; il brûla d'abord avec une flamme bleue accompagnée de vapeurs épaisses, mais il s'éteignit bientôt et il ne fut plus possible de le rallumer. Il y avoit eu cependant un peu d'acide sulfurique formé qui pesoit beaucoup plus que le soufre qui avoit disparu, et il y avoit eu dans le vaisseau une diminution d'air proportionnelle à cette augmentation de poids. Le soufre avoit donc absorbé une portion de l'air par sa conversion en un acide. M. Lavoisier répéta alors une expérience qui avoit été faite d'abord par Schéele, mais dans des vues différentes. Il mit du sulfure de fer, qui est une combinaison de soufre et

de fer, dans un vaisseau de verre rempli d'air, renversé sur l'eau. La quantité de l'air contenu dans le vaisseau diminua continuellement pendant dix-huit jours, ainsi que le prouvoit l'ascension de l'eau qui occupoit progressivement l'espace que l'air abandonnoit; mais alors toute diminution cessa d'avoir lieu. En examinant le sulfure on le trouva un peu plus pesant que lorsqu'il avoit été mis dans le vaisseau, et le poids de l'air de ce vaisseau étoit précisément moindre de la même quantité; cet air avoit perdu tout son oxigène qui, par conséquent avoit été absorbé en entier par le sulfure. Une portion de ce sulfure avoit été convertie en acide sulfurique, et comme ce qui en restoit n'avoit éprouvé aucun changement, l'augmentation de poids ne pouvoit être due qu'à l'addition d'une substance quelconque unie à la portion devenue cet acide, et cette substance quelconque, c'étoit l'oxigène dont l'air du vaisseau avoit été dépouillé. L'acide sulfurique est donc bien évidemment un composé de soufre et d'oxigène; car le poids de tout ce que le vaisseau contenoit au commencement de l'expérience étant resté exactement le même, il n'y a pas la plus petite raison de supposer qu'aucune substance ait abandonné le soufre. Il devient alors impossible que le soufre, qui est lui-même une

des parties constituantes de l'acide sulfurique, soit un composé de cet acide et de phlogistique, comme le prétendoit Stahl. En examinant le soufre et la potasse qu'on obtient par celle de ses expériences tendant à reproduire le soufre, on trouve que le poids de ce résultat est considérablement moindre que celui du charbon, de l'acide sulfurique et de la potasse employés. Il s'est donc échappé quelque chose pendant l'application de la chaleur; mais si l'expérience se fait dans des vaisseaux fermés, en y adaptant l'appareil pneumatique, on obtient une quantité de gaz exactement égale en poids à celui que les substances ont perdu; et ce gaz, dont le poids excède de beaucoup celui du charbon employé, est le gaz *acide carbonique*. Il est facile de se rendre compte de ce qui se passe dans cette expérience. Le charbon à une haute température, ayant pour l'oxigène une affinité plus forte que le soufre, lorsqu'on le présente dans cette circonstance à l'acide sulfurique, l'oxigène de l'acide se combine avec lui, ils se dégagent, dans cet état d'union, sous la forme de gaz acide carbonique, et abandonnent le soufre. Dans la première expérience de Stahl, la conversion du soufre en acide sulfurique étoit évidemment due à l'absorption par le soufre de l'oxigène de l'air, et c'est

la raison pour laquelle il est indispensable de la faire à vaisseaux ouverts.

La combustion du soufre n'est donc autre chose que l'acte de sa combinaison avec l'oxigène ; et c'est bien réellement, malgré tout ce que nous savons qu'on a dit de contraire, une substance simple.

[*Parties constituantes de l'acide sulfurique.*] La combustibilité lente du soufre, et la difficulté de condenser les vapeurs acides qui se produisent lorsqu'il brûle, ne permirent pas à Lavoisier de déterminer avec quelle quantité de gaz oxigène il est susceptible de s'unir pendant sa combustion : mais le soufre peut être converti en acide sulfurique, en le faisant bouillir avec de l'*acide nitrique* (vulgairement connu sous le nom d'*eau forte*); et alors on peut juger, par l'augmentation de son poids, de la quantité d'oxigène avec laquelle il s'est combiné. Berthollet (1) essaya le premier d'en établir la proportion de cette manière ; mais avec l'appareil dont il se servit, il ne put pas opérer avec assez de précision. Thenard (2) et Chenevix (3) ont employé, depuis, ce moyen avec

(1) Mém. Par. 1781, p. 232.
(2) Ann. de chim. XXXII. 66.
(3) *Irish. Trans.* 1802, p. 233.

toutes les précautions convenables. Suivant le premier, 100 parties de soufre s'unissent à 80 d'oxigène, et à 62.6 seulement, suivant Chenevix. Le terme moyen de ces deux rapports est de 71.3 ; et en le considérant comme suffisamment exact, il s'ensuivroit que 3.950 gramm. de soufre s'unissent pendant leur combustion avec environ 2.090 décim. cubes de gaz oxigène, et que 0.039 gramm. de soufre suffisent pour dépouiller 95 centim. d'air ordinaire de tout l'oxigène qui peut y être contenu.

[*Acide sulfureux.*] 5. Le soufre ne se combine cependant pas toujours avec une aussi grande quantité d'oxigène. Il brûle le plus ordinairement, avec une flamme bleue, et en répandant une odeur excessivement malfaisante ; cette odeur est due au dégagement d'un gaz qui peut être enfermé dans des vaisseaux convenables, c'est l'*acide sulfureux*. Il contient moins d'oxigène que l'acide sulfurique ; puisqu'en y en ajoutant, on le convertit en cet acide.

[*Oxide de soufre.*] 6. En tenant pendant quelque tems le soufre en fusion dans des vaisseaux ouverts, il s'épaissit ; si on le met alors dans l'eau, il devient de couleur rouge, et mou comme de la cire. On l'emploie avec succès, dans cet état, pour prendre des empreintes de cachets et de médailles. Exposé à l'air

pendant quelques jours, il redevient dur et cassant, mais il conserve sa couleur rouge. On pense généralement aujourd'hui que cet épaississement du soufre, ainsi que sa couleur rouge, lorsque sa fusion a été prolongée, sont dus à une petite quantité d'oxigène avec laquelle il s'est combiné ; ce qui, dans cet état, lui a fait donner le nom d'*oxide de soufre*. Cette substance, lorsqu'elle est nouvellement faite, a une couleur violette ; sa texture est fibreuse, et sa pesanteur spécifique de 2.325 ; elle est rude au toucher et de couleur paille, lorsqu'elle est réduite en poudre. Cent parties d'oxide de soufre, traitées par l'acide nitrique, en produisent 160 d'acide sulfurique, et se sont par conséquent unies à 60 parties d'oxigène; d'où il suit que 107 parties d'oxide de soufre en fourniroient, par le même moyen, 171. 5 d'acide sulfurique. Mais 100 parties de soufre donneroient la même quantité d'acide sulfurique : donc, 107 parties d'oxide de soufre sont composées de 100 parties de soufre, et 7 d'oxigène (1).

[*Lait de soufre.*] 7. Le soufre obtenu par précipitation d'un liquide qui le tient en dissolution, est d'abord d'une couleur blanche, qui

(1) Nicholson's *Jour.* VI. 102.

change progressivement jusqu'au jaune verdâtre, par son exposition à l'air. Si cette poudre blanche, ou *lait de soufre*, ainsi qu'on l'appelle, est exposée dans une cornue à une chaleur modérée, elle prend bientôt la couleur ordinaire du soufre, et il se dépose en même tems de l'eau dans le bec de la cornue. De même aussi, si l'on fait couler un peu d'eau sur du soufre fondu, la portion en contact avec cette eau prend immédiatement la couleur blanche du *lait de soufre*. En faisant sublimer du soufre dans un vaisseau rempli d'eau à l'état de vapeur, on obtient, au lieu de fleurs de soufre, un lait de soufre avec sa blancheur ordinaire. Ces faits prouvent que le *lait de soufre* est un composé de soufre et d'eau; et on en peut conclure que la couleur jaune verdâtre est celle naturelle du soufre, et que sa blancheur y indique la présence de l'eau (1).

[*Gaz hydrogène sulfuré*]. 8. Le soufre s'unit très-rapidement à l'hydrogène, et forme avec lui un composé auquel on a donné le nom de *gaz hydrogène sulfuré*. Rouelle (2) avoit bien reconnu l'existence et l'inflammabilité de ce

(1) Nicholson's, *Jour.* VI. 102.
(2) Macquer, *Dictionn.* I. 520.

gaz; mais Schéele (1) est le premier qui, en 1777, en examina les propriétés et la composition. Bergmann en traita plus au long en 1778 (2). En 1785, Kirwan (3) publia les expériences variées et ingénieuses qu'il avoit faites sur cette substance. Les chimistes hollandais s'en occupèrent en 1792 (4). En 1794, Berthollet en présenta, dans un plus grand développement encore, et avec sa sagacité ordinaire, les différentes propriétés (5); et depuis ce tems, les expériences de Proust et Thenard ont ajouté plusieurs faits importans à ce que nous connoissions déja de la nature de ce gaz.

[*Sa préparation.*] On peut l'obtenir de la manière suivante : Faites chauffer ensemble, dans un creuset fermé, trois parties de limaille de fer et deux parties de soufre, et continuez le feu jusqu'à ce que le soufre cesse de se sublimer; laissez le mélange se refroidir; réduisez-le en poudre, et mettez-le avec un peu d'eau dans un vaisseau de verre à deux ouvertures.

---

(1) Schéele, *on Air and Fire*, p. 186. Engl. Trans.

(2) *On Hot Mineral. Waters. Opusc.* I. 235, et *Engl. Trans.* I. 290.

(3) Phil. Trans.

(4) Ann. de chim. XIV. 294.

(5) *Ibid.* XXV. 235.

Lutez à l'une de ces ouvertures un tube de verre recourbé, dont l'autre extrémité aboutira sous une cloche de verre remplie d'eau; versez de l'acide muriatique par l'autre ouverture du vaisseau, et fermez-la bien. Le gaz hydrogène sulfuré se dégage en abondance, et remplit la cloche de verre (1). Ce gaz fut nommé d'abord *air sulfureux puant*, puis *air hépatique*, et enfin *hydrogène sulfuré*, après que Gengembre se fut bien assuré de sa composition.

[*Propriétés.*] Ce gaz est incolore, il a les propriétés mécaniques de l'air ordinaire; son odeur est forte, infecte, et semblable à celle des œufs pourris. Il ne peut entretenir la combustion, ni la vie des animaux qui en sont suffoqués. Sa pesanteur spécifique est, suivant Kirwan, de 1.106, celle de l'air étant 1.000 (2); mais Thenard la porte à 1.231. Un décimètre cube de ce gaz pèse, à la température de 15°.55 cent. et sous la pression de 760 millim., 1.355 gram. d'après l'évaluation de Kirwan, et 1.513 gram. d'après celle de Thenard (3).

Ce gaz est très-rapidement absorbé par l'eau: un décimètre cube de ce liquide peut absorber

(1) Schéele, Ann. de chim. XXV. 235.
(2) *On Phlogiston*, p. 31.
(3) Ann. de chim. XXXII. 267.

1.080 décimètres d'hydrogène sulfuré à la température de 12°.77 centig. (1). L'eau ainsi imprégnée est sans couleur; mais elle a l'odeur du gaz, et une saveur douceâtre désagréable. Elle rougit les couleurs bleues végétales, et a beaucoup d'autres propriétés analogues à celles des acides. Si elle est exposée à l'air, le gaz s'en dégage peu-à-peu.

[*Ses parties constituantes.*] Lorsqu'on enflamme le gaz hydrogène sulfuré, il brûle avec une flamme rouge bleuâtre, et il se dépose en même tems du soufre. Il en est de même lorsqu'on y fait passer l'étincelle électrique; mais son volume en est à peine altéré (2). Ce gaz abandonne aussi du soufre lorsqu'on l'agite avec l'acide nitrique, ou qu'on verse de cet acide dans de l'eau qui en est imprégnée (3). Mêlé avec l'air commun, il brûle rapidement, mais sans explosion. En faisant passer l'étincelle électrique dans un mélange, à volumes égaux, de ce gaz et de gaz oxigène, il détone; il ne se dépose pas de soufre, mais les parois du verre sont humectées d'eau. Il se produit, dans ce cas, de l'acide sulfurique et de l'eau. C'est par des expériences semblables à celle-ci, que

(1) Phil. Trans. 1803, p. 274.

(2) Austin, Phil. Trans. 1788, p. 385.

(3) Schéele, *ibid.* p. 190.

Gengembre fut porté à conclure que ce gaz est composé d'hydrogène et de soufre : il en expliquoit la formation en supposant que le soufre, lorsqu'il s'unit au fer, acquiert une forte tendance pour l'oxigène, en vertu de laquelle il décompose l'eau, dont l'oxigène convertit une partie de ce soufre en acide sulfurique, ainsi que Schéele (1) l'avoit observé. L'hydrogène de l'eau se trouve, au moment où il s'en dégage, en contact avec le reste du soufre ; il en dissout une portion, et il devient hydrogène sulfuré.

Les chimistes hollandais, en faisant passer le gaz hydrogène carburé à travers du soufre en fusion, ont obtenu du gaz hydrogène sulfuré (2), et le soufre a été noirci ; ce qui, suivant eux, paroissoit être dû à un dépôt charbonneux. La présence de l'hydrogène y étoit bien démontrée aussi, quoiqu'ils n'aient pu parvenir, non plus que Kirwan, à former du gaz hydrogène sulfuré, en faisant passer le gaz hydrogène à travers du soufre en fusion.

Thenard, cherchant à connoître les parties constituantes de ce gaz, en fit absorber en totalité 1649 centim. cubes par l'eau, et, en faisant passer du gaz acide muriatique oxigéné dans

(1) Schéele, Phil. Trans. 1788, p. 192.
(2) Ann. de chim. XXI. 55.

cette liqueur, il opéra la conversion de tout le soufre qui pouvoit y être contenu, en acide sulfurique, dont la quantité s'éleva à environ 3.185 gràm. Si nous considérons actuellement l'acide sulfurique comme composé de 100 parties de soufre et de 71.5 d'oxigène, les 3.185 grammes de cet acide contiendront proportionnellement 1.86 grammes de soufre, et cette quantité seroit celle qui existoit dans les 1649 centim. du gaz essayé; mais ces 1649 centim. cubes pèsent, suivant Thenard, 2.49 grammes; la différence entre ces deux poids peut donc être attribuée à l'hydrogène, et alors l'hydrogène sulfuré seroit composé de

Grammes.	
1.86	Soufre.
0.63	Hydrogène.
2.49	

D'où il suit, si l'analyse est exacte, que 100 parties d'hydrogène sont combinées dans le gaz hydrogène sulfuré, avec 295.8 parties de soufre (1), et que la conversion d'un décimètre cube du gaz hydrogène en hydrogène sulfuré, exige 0.304 grammes de soufre, et produit 266 centim. cubes de ce dernier gaz; de sorte que le gaz hydrogène, en dissolvant le soufre, est

(1) Ann. de chim. XXXII. 267.

réduit à un peu plus des 0.25 du volume qu'il avoit avant cette dissolution (1).

[*Dissout le phosphore.*] Le gaz hydrogène sulfuré a la propriété de dissoudre le phosphore en petites quantités; il suffit, pour que cette dissolution ait lieu, d'en laisser pendant quelques heures un cylindre dans une cloche remplie de ce gaz. En donnant accès à l'air atmosphérique dans cette cloche, il se produit aussitôt une flamme bleuâtre très-volumineuse, due évidemment à la combustion du phosphore dissous. En plongeant les mains dans ce gaz, elles deviennent lumineuses pendant quelques minutes dans l'air : il en est de même d'une éponge qu'on y introduit (2).

[*Carbure de soufre.*] 9. On supposoit, il n'y a pas bien longtems encore, que le soufre n'étoit pas susceptible de se combiner avec le carbone; mais Clément et Desormes, qui se sont particulièrement occupés des propriétés du carbone, ont trouvé le moyen d'en opérer la combinaison avec le soufre. On fait passer à travers un fourneau un tube de porcelaine

(1) Il convient d'observer que, suivant toutes les probabilités, l'hydrogène peut s'unir au moins à deux doses de soufre. D'après sa pesanteur spécifique, il paroît que le gaz de Thenard contenoit plus de soufre que celui de Kirwan.

(2) Fourcroy et Vauquelin, Ann. de chim. XXI. 206.

rempli de charbon, et disposé de manière que l'une de ses extrémités soit beaucoup plus élevée que l'autre : on lute à l'extrémité la plus basse un tube de verre, de forme et de longueur convenables, pour qu'il puisse aboutir au fond d'un flacon d'eau : à l'extrémité la plus élevée du tube de porcelaine, on lute également un tube de verre assez gros, rempli de petits cylindres de soufre, et qui, à son autre bout, est garni d'une broche de fer destinée à pousser le soufre dans le tube de porcelaine, en traversant un bouchon de liège qui ferme le tube, de manière à ce qu'il n'y ait pas de communication avec l'air extérieur. On chauffe le tube de porcelaine, et par conséquent le charbon qu'il contient, jusqu'au rouge, et on le maintient ainsi à cette chaleur jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de bulles d'air du charbon. On introduit alors le soufre, et on le pousse lentement, morceau à morceau, dans le tube de porcelaine ; il passe à travers le tube de verre, qui communique au fond du flacon, une substance qui va se condenser sous l'eau qu'il contient, en un liquide qui est, suivant eux, *le soufre carburé*.

[*Propriétés.*] Ce liquide est transparent, et sans couleur quand il est pur, mais ordinairement il est d'un jaune verdâtre. Sa saveur est fraîche et piquante, son odeur forte et particu-

lière ; sa pesanteur spécifique est de 1.3. Il ne se mêle point avec l'eau. Si l'on met de ce liquide sous une cloche pleine d'eau, dans un récipient d'où l'on retire l'air, le soufre carburé passe à l'état de gaz, et s'élève en bulles à travers l'eau sans s'y dissoudre. Il éprouve le même changement lorsqu'on en introduit dans un tube de baromètre ; mais il se condense et redevient liquide, dès qu'on plonge le tube dans le mercure.

Le soufre carburé s'enflamme facilement, comme l'alcool et beaucoup d'autres liquides ; il répand en brûlant une odeur sulfureuse ; il se dépose du soufre, et il reste du charbon. Si on en met dans un flacon rempli de gaz oxigène, il se mêle peu-à-peu à l'oxigène, et prend la forme gazeuse. Ce mélange étant enflammé, brûle instantanément avec une explosion violente, capable de briser le vaisseau. Mis en contact avec l'air ordinaire, il prend la forme gazeuse ; mais le mélange ne détone pas lorsqu'on l'enflamme, il brûle paisiblement.

Le soufre carburé dissout aisément le phosphore. Il dissout également une petite portion de soufre ; mais il n'a aucune action sur le charbon (1).

Telles sont les propriétés de la singulière

(1) Ann. de chim. XLII. 136.

substance décrite par MM. Clément et Desormes ; mais leur opinion sur sa composition a besoin d'être confirmée par des recherches ultérieures. Lampadius annonça en 1796 (1), sous le nom d'alcool de soufre, une substance semblable, et d'après la description plus détaillée qu'il en a dernièrement donnée, il n'est guère possible de douter qu'elle ne soit absolument la même (2). Cependant il n'y découvrit pas de carbone, et il n'y reconnut d'autre ingrédient que l'hydrogène et le soufre. Klaproth obtint, dans quelques-unes de ses expériences, une substance analogue ; mais qui, lorsqu'elle étoit chauffée, abandonnoit une petite portion de charbon, et qui différoit par d'autres propriétés particulières du liquide dont Lampadius avoit donné la description (3).

[*Sulfure de phosphore.*] 10. Le soufre et le phosphore se combinent avec facilité, ainsi que Margraf (4) l'avoit d'abord observé. Pelletier examina depuis avec soin (5) cette combinaison, sur laquelle M. Accum (6) publia quelques observations intéressantes ; et, bientôt après,

(1) Crell, Ann. 1796. II.
(2) Gehlen, Jour. II. 102.
(3) *Ibid.* II. 197.
(4) *Opusc.* I. 11.
(5) Jour. de phys. XXXV. 382.
(6) Nicholson. VI.

Briggs (1) indiqua les circonstances dans lesquelles la formation de ce composé a lieu. Pelletier observa le premier, qu'il suffisoit de mêler ensemble le soufre et le phosphore, et de les exposer ainsi à un degré de chaleur capable de les fondre. Le sulfure de phosphore ainsi préparé est d'un blanc jaunâtre, et plus combustible que le phosphore. Si, après l'avoir enflammé avec un fer chaud, on le laisse brûler pendant quelques instans, et qu'on l'éteigne ensuite en le privant d'air, le phosphore est oxidé, et peut-être même le soufre. Le mélange acquiert la propriété de s'allumer spontanément, dès qu'il a le contact de l'air (2).

On peut aussi former le sulfure de phosphore en mettant les deux substances dans une cornue remplie d'eau, et en chauffant lentement et avec précaution : elles se combinent graduellement ensemble, aussitôt que le phosphore est fondu. Il est nécessaire d'appliquer la chaleur avec ménagement, parce que le sulfure de phosphore a la propriété de décomposer l'eau, ainsi que l'avoit observé Margraf, et que s'en est assuré Pelletier. Cette faculté de décomposition augmente très-rapidement à mesure

(1) Nicholson. VII. 58.

(2) Briggs, Nicholson. VII. 58.

de l'élévation de la température. Une portion des deux combustibles est convertie en acides par leur union avec l'oxigène, et il se forme des gaz, hydrogène sulfuré, et phosphoré, par celle de l'hydrogène avec le soufre et le phosphore, au moment où il est dégagé de l'eau. Ce dégagement, à la température de l'eau bouillante, est si rapide qu'il produit des explosions violentes. M. Accum, en examinant dernièrement les circonstances de cette explosion, a trouvé que le gaz produit brûle spontanément, et laisse les acides phosphorique et sulfurique.

Le sulfure de phosphore formé sous l'eau, est de couleur jaune : il donne à l'eau dans laquelle on l'a conservé longtems, une saveur acide, et l'odeur d'hydrogène sulfuré. Il brûle, suivant Briggs, à une température beaucoup moins élevée que le même composé obtenu par la voie sèche ; ce qui porteroit à conclure, que dans le premier cas, il se décompose pendant la combinaison du soufre et du phosphore, un peu d'eau, dont l'oxigène convertit l'une et l'autre de ces substances en oxides.

On peut distiller le sulfure de phosphore sans le décomposer, et ce fut ainsi que l'obtint Margraf. Le soufre et le phosphore acquièrent, en se combinant, une grande tendance à la

fluidité; et cette tendance est à son maximum, lorsque ces deux corps sont présentés l'un à l'autre en proportions égales. La table qui suit offre le résultat des expériences de Pelletier sur les températures auxquelles le composé devient solide, lorsque les substances sont unies dans des proportions diverses (1).

8	Phosphore	congèle à 25°. centigrades.
1	Soufre....	
8	Phosphore	*Idem.* à 15°.
2	Soufre....	
8	Phosphore	*Idem.* à 10°.
4	Soufre....	
8	Phosphore	*Idem.* à 5°.
8	Soufre....	
4	Phosphore	*Idem.* à 12°.50.
8	Soufre....	
2.6	Phosphore	*Idem.* à 37°.50.
8	Soufre....	

On peut donner le nom de *phosphure de soufre* à ce composé, lorsque c'est le soufre qui y prédomine; et celui de *sulfure de phosphore*, lorsque c'est le phosphore.

[*Propriétés des combustibles simples.*] Telles

(1) Ann. de chim. IV. 10.

sont les propriétés des corps combustibles simples, et les combinaisons qu'ils forment entre eux et avec l'oxigène. L'hydrogène est le seul de ces corps qui ne puisse être obtenu séparément qu'à l'état de gaz. Le carbone est toujours solide ; il ne peut être fondu, et encore moins volatilisé, quel que soit le degré de chaleur qu'on lui fasse subir. Le soufre et le phosphore ont une grande analogie entre eux ; ils sont l'un et l'autre solides, l'un et l'autre fusibles, et volatilisables l'un et l'autre par la chaleur.

[*Combinaisons avec l'oxigène.*] Ce sont la combustibilité de ces corps et leur forte tendance à s'unir à l'oxigène, qui constituent leur propriété caractéristique. Ils sont tous capables de condenser ce principe dans une certaine proportion déterminée, au-delà de laquelle ils ne peuvent plus former d'union avec lui, et par laquelle par conséquent, on les en dit, en langage chimique, *saturés*. Cette quantité d'oxigène nécessaire à la saturation de chacun de ces corps, varie dans les proportions suivantes :

100 parties d'hydrogène s'unissent à	597.7 d'oxigène.
100 parties de carbone à.........	284.4
100 parties de phosphore à.......	154.0
100 parties de soufre à..........	71.3

[*Affinité pour l'oxigène.*] Cette différence

mérite une attention particulière. Suivant Berthollet, l'affinité d'un corps pour un autre est proportionnelle à la quantité qu'il en peut condenser. Les phénomènes de la chimie s'accordent parfaitement avec cette ingénieuse supposition. En l'admettant, il résulteroit de la table ci-dessus que, parmi les substances combustibles simples, l'hydrogène est celle dont l'affinité pour l'oxigène est la plus grande, le carbone ensuite, puis le phosphore, et enfin que celle du soufre est la plus foible de toutes.

La saturation des quatre corps combustibles simples par l'oxigène, forme, avec l'hydrogène, l'eau, et avec les trois autres, des acides, dont les qualités corrosives sont d'autant plus fortes que la quantité d'oxigène qu'exige leur saturation est plus petite. Ce fait curieux s'explique par la supposition de Berthollet, que les propriétés de l'oxigène sont *le mieux* déguisées dans ses combinaisons avec celles des bases pour lesquelles son affinité est la plus forte, et que ses qualités prédominantes commencent à se développer en raison de ce que cette affinité pour la base diminue.

[*L'hydrogène ne forme qu'un composé.*] De tous les corps combustibles simples, l'hydrogène est le seul qui ne puisse se combiner avec l'oxigène que dans une proportion ; les trois

autres sont capables de s'y unir en quantités variables.

[*Le carbone trois.*] On considère le carbone comme pouvant être dans trois états différens de combinaison avec l'oxigène, et former ainsi trois composés distincts. Dans le premier, où on le suppose être sous la forme d'une poudre noire qui ressemble au charbon, ce qui paroît plus qu'hypothétique actuellement, il peut être appelé *oxide carboneux*. Le second composé est le *gaz oxide de carbone*, et le troisième *l'acide carbonique*.

[*Le phosphore trois.*] Le phosphore, lorsque sa combustion est imparfaite, est converti en *oxide de phosphore*. Lorsqu'on le laisse exposé à l'air, il se combine peu-à-peu avec l'oxigène, et se change en un liquide nommé *acide phosphoreux*. Lorsqu'on le fait brûler au feu il se combine avec l'oxigène au *maximum*, et produit, sous la forme de flocons blancs sans odeur, *l'acide phosphorique*.

[*Le soufre trois.*] Le soufre, lorsqu'il est tenu pendant quelque tems en fusion, se combine avec une petite quantité d'oxigène, et devient dans cet état, *oxide de soufre*. Chauffé à l'air à 293°33 centig., il brûle avec une flamme bleue, s'unit avec une nouvelle portion d'oxigène, et forme un acide qui a une odeur particulière

suffocante, et qu'on nomme *acide sulphureux.* Lorsqu'on le plonge allumé dans le gaz oxigène, ou lorsqu'on le fait brûler avec un mélange de nitrate de potasse, il se sature d'oxigène et se convertit en un acide sans odeur appelé *acide sulphurique.*

[*Combinaisons des corps combustibles simples entre eux.*] Tous les corps combustibles simples sont susceptibles de combinaisons les uns avec les autres. Les chimistes sont convenus de donner à toutes les combinaisons de cette sorte, un nom dont la terminaison est en *ure*, et qui dérive de la substance qu'on considère comme caractérisant le composé. Ainsi nous avons le *sulphure de phosphore, de carbone et d'hydrogène*, mais le dernier composé étant gazeux, on le désigne ordinairement sous la dénomination de *gaz hydrogène sulphuré.* On a pareillement le *phosphure de soufre, de carbone* et *d'hydrogène* ou *gaz hydrogène phosphuré ;* enfin il y a aussi deux espèces de *gaz hydrogène carburé.* Tous ces composés conservent la propriété qu'ont les substances qui les forment, d'être combustibles.

CHAPITRE III.

Des corps incombustibles simples.

[*Caractère.*] La propriété caractéristique des substances que nous désignons sous la dénomination d'incombustibles simples, est une forte tendance à s'unir à l'oxigène. Leur combinaison avec ce principe ne produit ni chaleur ni lumière, et les composés qui en résultent ne sont point capables d'entretenir la combustion. Nous ne connoissons que deux substances de cette nature, *l'azote* et *l'acide muriatique*. Il existe bien douze autre corps incombustibles qui n'ont pas encore été décomposés, mais comme ils ne sont pas susceptibles de se combiner avec l'oxigène, nous croyons pouvoir, jusqu'à présent, les placer par analogie parmi les composés.

SECTION PREMIÈRE.

De l'azote.

[*Préparation du gaz azote.*] 1. L'azote, que quelques chimistes appellent *nitrogène*,

peut s'obtenir en mettant de la limaille de fer et du soufre, mêlés et pétris ensemble avec de l'eau, dans un ballon de verre rempli d'air. Tout l'oxigène de cet air est absorbé dans peu de jours par le mélange, et la portion qui en reste n'est plus susceptible d'éprouver de diminution (1). C'est à ce résidu de l'air entièrement dépouillé de son oxigène qu'on a donné le nom de *gaz azote*. On peut se le procurer d'une manière plus prompte si, au lieu de la limaille de fer et du soufre, on met du phosphore dans le vaisseau rempli d'air; l'oxigène est complètement absorbé en moins de vingt-quatre heures. Enfin Berthollet a le premier indiqué le moyen d'avoir du gaz azote très-pur, en soumettant un morceau de chair musculaire à l'action de l'acide nitrique étendu d'eau, à une chaleur d'environ 38° centig., et en recevant dans des vaisseaux convenables le gaz qui s'en dégage en abondance. Le gaz azote fut découvert en 1772 par le docteur Rutherford, actuellement professeur de botanique à l'université d'Edimbourg (2). Schéele l'obtint en 1775 (3) par le mélange de la limaille de fer

(1) Ce fut le Dr. Hales qui fit le premier cette expérience.

(2) *His Thesis de aere mephitico published in* 1772, p. 17. *And Phil. Trans. abr.* V. 613.

(3) *On Air and Fire*, p. 7.

et du soufre, et prouva, dès cette époque, que c'étoit un gaz distinct.

2. Lavoisier, dont les expériences sur ce gaz furent publiées en 1775 (1), nous le fit connoître le premier comme une des parties constituantes de l'air; il trouva qu'il en formoit environ les 0.78 en volume, et que presque tout le surplus étoit du gaz oxigène.

Schéele en donna aussi l'analyse dans son Traité de l'air et du feu, qui ne parut qu'en 1777.

[*Poids.*] 3. Le gaz azote est invisible et élastique comme l'air, il n'a pas d'odeur. Sa pesanteur spécifique est, suivant Kirwan, de 0.985 (2), celle de l'air étant 1.000. Lavoisier et Davy ne l'évaluent qu'à 0.978 (3). Un décim. cube de ce gaz à la température de 15°.55 centig., et sous la pression de 760 millim., pèse, suivant Kirwan, 1.206 gramm., et 1.199 seulement suivant Lavoisier et Davy.

[*Détruit la vie.*] 4. Ce gaz ne peut servir ni à la respiration, ni à la combustion. Les animaux qu'on y plonge périssent très-promptement (4); et c'est par cette raison qu'une bougie qui brûle dans

(1) Mém. par. 1781, p. 397.

(2) *On Phlogiston*, p. 27.

(3) Lavoisier, *Elémens*; Davy' *Researches*, p. 565.

(4) Les chimistes français désignèrent cette substance par le mot *azote*, qui signifie *destructif de la vie.*

l'air atmosphérique, s'y éteint dès que l'oxigène en est consumé, et que l'azote seul reste. M. Goettling avoit cependant annoncé en 1794, que le phosphore luisoit, et étoit converti en acide phosphorique, dans le gaz azote pur. Il ajoutoit que dans ce cas, il n'étoit pas vrai qu'aucun combustible ne peut brûler dans le gaz azote; car la conversion du phosphore en acide, et même sa faculté de luire, étoient bien une combustion réelle quoique lente. Mais ses expériences ayant été, peu de tems après, répétées par les docteurs Scherer et Jæger, ils trouvèrent que le phosphore ne luit pas dans le gaz azote lorsque le gaz est parfaitement pur. Ils en conclurent que celui dont Goettling s'étoit servi contenoit un mélange de gaz oxigène, dû principalement à ce qu'il avoit été conservé sous l'eau. Ces résultats furent depuis confirmés par les professeurs Lampadius et Hildebrandt. Il est donc bien prouvé, que le phosphore ne brûle point dans le gaz azote, et que toutes les fois que cela paroît être ainsi, c'est qu'il y a du gaz oxigène présent (2).

[*Absorption par l'eau.*] 5. Le gaz azote n'est pas sensiblement absorbé par l'eau. M. Henry s'est assuré qu'en la dépouillant préalablement

(1) Nicholson's *Jour.* II. 8.

de tout l'air qu'elle peut contenir, un décimètre cube pouvoit à peine dissoudre 14.7 centim. cubes de ce gaz à la température de 15°.55 centigrades (1).

6. Si l'on fait passer l'étincelle électrique au travers de l'air ordinaire renfermé dans un petit tube de verre, ou à travers un mélange de gaz oxigène et de gaz azote, le volume de l'air diminue.

[*Se combine avec l'oxigène.*] Priestley fit le premier cette expérience intéressante. Il trouva aussi qu'en introduisant dans le tube une infusion bleue, végétale, elle y est colorée en rouge (2), et il en conclut qu'il y avoit eu production d'un acide. M. Cavendish observa que la diminution de volume étoit en raison des quantités d'oxigène et d'azote, et que, quand ces deux gaz étoient mêlés ensemble dans des proportions convenables, ils disparoissoient en totalité, et se convertissoient par leur combinaison en *acide nitrique*.

[*Forme l'acide nitrique.*] Cette découverte importante fut annoncée à la Société royale au mois de juin 1785. On trouva que la combinaison des gaz, et la formation de l'acide

(1) Phil. Trans. 1803, p. 274.
(2) Priestley, *on Air*. II. 248.

s'opéroient beaucoup plus facilement lorsqu'on introduisoit dans le tube une dissolution de *potasse* dans l'eau. Cette potasse s'unissoit avec l'acide nitrique, à mesure qu'il étoit produit par la combinaison des gaz, et cette union formoit le sel appelé *nitre* (*nitrate de potasse*). Dans les premières expériences de Cavendish, il étoit resté quelqu'incertitude, tant sur la proportion de l'air ordinaire et du gaz oxigène, qui pouvoit produire la plus grande diminution de volume dans un tems donné, que sur la proportion des deux gaz qui disparoissoient par l'action de l'électricité. Ces expériences furent répétées dans l'hiver de 1787 par M. Gilpin, sous la direction de M. Cavendish, en présence de plusieurs membres de la Société royale. On peut considérer comme offrant les résultats les plus approximativement exacts, la dernière de ces expériences qui fût conduite avec la plus grande attention et toutes les précautions possibles. Elle dura plus d'un mois. Il y fut absorbé 4090 mesures de gaz oxigène, contenant 0.051 d'azote, et 2588 mesures d'air ordinaire. En supposant actuellement que l'air atmosphérique contienne 22 parties sur 100 de gaz oxigène, on aura, en faisant les corrections nécessaires, 4532 mesures de gaz oxigène et 2146 mesures de gaz azote, ou, à très-peu de chose près,

2 mesures de gaz azote sur 4.75 de gaz oxigène. 4532 centim. cubes d'oxigène pèsent environ 6.084 grammes, et 2146 d'azote, environ 2.568 grammes.

[*Proportions de ses parties constituantes.*] Il s'ensuit, que dans la formation de l'acide nitrique, 100 parties, en poids d'azote, s'unissent à 237 de gaz oxigène, et que cet acide est par conséquent composé, sur 100 parties, de

29.67	Azote.
70.33	Oxigène.
100.00 (1).	

Ce résultat s'accorde presqu'exactement avec ceux des expériences subséquentes de Davy, d'après lesquelles il évalue les parties constituantes de l'acide nitrique à

29.50	Azote.
70.50	Oxigène.
100.00 (2).	

[*Deux oxides d'azote.*] 7. L'acide nitrique est un liquide pesant, de couleur ordinaire-

(1) Phil. Trans. 1788, p. 266.
(2) *Researches*, p. 565.

ment jaune, qui agit avec une grande énergie sur la plupart des substances, à raison sur-tout de la facilité avec laquelle il abandonne une portion de son oxigène. Si on verse dans cet acide du phosphore, ou du soufre, par exemple, et qu'on le fasse un peu chauffer, il leur fournit de l'oxigène, et convertit ces deux corps en acides, de la même manière que s'ils eussent été soumis à la combustion. L'acide nitrique, en perdant ainsi une portion de son oxigène, est changé en une espèce de gaz auquel on a donné le nom de *gaz nitreux*, dont le dégagement occasionne l'effervescence qui accompagne l'action de l'acide nitrique sur ces combustibles simples.

[1 *Gaz nitreux.*] On obtient le gaz nitreux en abondance et dans un grand état de pureté, en dissolvant du cuivre, ou de l'argent dans l'acide nitrique. On peut le recueillir au moyen d'un appareil pneumatique, à la manière ordinaire. Une propriété de ce gaz est celle qu'il a de se combiner avec l'oxigène dès l'instant qu'il entre en contact avec lui, et de former de l'acide nitrique. C'est cette combinaison qui produit les vapeurs jaunes qu'on voit s'exhaler lorsque le gaz nitreux se mêle à l'air ordinaire. Elle prouve suffisamment que les parties constituantes du gaz nitreux sont l'azote et l'oxigène, et que ce gaz contient moins d'oxigène

que l'acide nitrique : c'est donc dans cet état un *oxide d'azote.*

[2. *Oxide gazeux.*] 8. En laissant pendant quelques jours de la limaille de fer dans le gaz nitreux, il est dépouillé d'une partie de son oxigène, et converti en un gaz dans lequel le phosphore brûle avec une grande splendeur et devient *acide phosphorique.* Cette combustion, et cette acidification, prouvent que le nouveau gaz contient de l'oxigène, et sa formation y démontre aussi la présence de l'azote uni à une quantité d'oxigène moindre que dans le gaz nitreux. C'est donc, comme celui-ci, un *oxide d'azote*; on lui a donné le nom d'*oxide gazeux d'azote.*

Il est ainsi bien reconnu que l'azote est capable de s'unir à l'oxigène dans trois proportions différentes, et de former avec lui deux oxides et un acide. Nous verrons, par la suite, qu'il existe encore un autre acide composé des mêmes principes.

9. Quelques-unes des combinaisons de l'azote avec les substances combustibles simples sont d'une grande importance.

[*Se combine avec l'hydrogène.*] La distillation de l'urine putréfiée, de la laine, de morceaux de corne, et de toute autre matière animale, fournit, entre autres produits, une

substance d'une odeur très-piquante, connue sous les dénominations de *hartshorn* (corne de cerf) et d'*alcali volatil* (1). On l'obtient dans l'état de la plus grande pureté du sel nommé *sel ammoniac*. En mettant de ce sel en poudre avec trois fois son poids de chaux vive, dans une cornue à laquelle on adapte un tube recourbé dont l'extrémité plonge dans une cuve de mercure, il se dégage, par l'application de la chaleur, un gaz qui est l'alcali vòlatil pur que les chimistes appellent communément *ammoniaque*.

[*Forme l'ammoniaque.*] Ce gaz est léger, son odeur est vive et pénétrante, sa saveur âcre et caustique. Il est absorbé par l'eau en grande proportion. Il verdit les couleurs bleues végétales; si l'on fait passer à travers ce gaz des étincelles électriques, son volume est doublé, et il se trouve changé en un mélange des deux gaz, hydrogène et azote, que cette conversion prouve être ses parties composantes (2). On n'avoit pu, cependant, parvenir

---

(1) On donne, en chimie, le nom d'*alcali* à une grande variété de substances qui ont la propriété de changer en vert la couleur bleue des végétaux.

(2) Ce fut Schéele qui analysa le premier ce gaz; mais les proportions de ses parties constituantes furent exactement déterminées par Berthollet et Austin.

à former l'ammoniaque par l'union de ces deux gaz; mais le docteur Austin, qui avoit observé que cette union n'avoit pas lieu lorsqu'ils étoient l'un et l'autre à l'état gazeux, réussit à la produire en mettant l'hydrogène, à l'instant où il se dégage, en contact avec le gaz azote. Il mit de la limaille de fer humectée d'eau dans une cloche posée sur le mercure et remplie de ce gaz, dans laquelle il avoit suspendu un morceau de papier teint en bleu de rave. Au bout d'environ deux jours la couleur de ce papier fut changée en vert, et il y eut par conséquent de l'ammoniaque formée, puisqu'aucun autre gaz n'a cette propriété. Dans ce cas, l'eau avoit été décomposée par la limaille de fer qui en avoit absorbé l'oxigène, et l'hydrogène, devenu libre, s'étoit uni au gaz azote de la cloche à mesure que son dégagement avoit eu lieu. La production de l'ammoniaque est plus prompte, lorsqu'au lieu de gaz azote, on remplit la cloche de gaz nitreux. L'expérience réussit aussi avec l'air ordinaire, mais plus lentement (1). Kirwan observa le premier (2) qu'on pouvoit également obtenir l'ammoniaque par le mé-

(1) Phil. Trans. 1788, p. 382.
(2) *Ibid.* p. 384.

lange du gaz nitreux avec le gaz hydrogène sulfuré ; mais dans ce cas, les décompositions et les combinaisons nouvelles sont plus compliquées. D'après les expériences de Berthollet et du docteur Austin, l'ammoniaque est composée de 80 parties, en poids, d'azote, et de 20 d'hydrogène.

[*Dissout le charbon.*] 10. On ne connoît pas jusqu'à présent de composé d'azote et de carbone ; cependant le gaz azote auroit, suivant Fourcroy, la propriété de dissoudre un peu de charbon ; car il annonça qu'ayant laissé longtems dans des cloches sur l'eau, du gaz azote obtenu des matières animales par le procédé de Berthollet, il trouva qu'il s'étoit formé sur les parois de ces vases un dépôt noirâtre, évidemment charbonneux (1).

[*Le phosphore.*] 11. Le gaz azote dissout le phosphore en petite quantité. Le volume du gaz est augmenté par cette dissolution, d'environ 0.025 (2), et il en résulte du *gaz azote phosphuré*. Ce gaz, mêlé avec le gaz oxigène, devient lumineux en raison de la combustion du phosphore qu'il a dissous. La combustion en est plus rapide lorsqu'on introduit

(1) Fourcroy, Ann. de chim. XI. 45.
(2) Berthollet.

par bulles le gaz azote phosphuré dans une cloche remplie de gaz oxigène. Lorsqu'on mêle ensemble du gaz oxigène phosphuré et du gaz azote phosphuré, il ne se produit pas de lumière, même à la température de 27°.77 centig.

[*Le soufre.*] 12. Fourcroy a observé qu'en faisant fondre du soufre dans le gaz azote, ce gaz en dissout une portion, et il se forme du *gaz azote sulfuré*, d'une odeur fétide. Ses propriétés ne sont point encore connues (1). On assure que Gimbernat en a reconnu la présence dans les eaux d'Aix-la-Chapelle (2).

[*Essais sur la décomposition de l'azote.*] 13. On n'est point encore parvenu jusqu'à présent à décomposer l'azote; on le considère, dans l'état actuel de nos connoissances, comme une substance simple. Priestley, qui voyoit paroître et disparoître ce principe dans la plupart de ses expériences, le supposa être un composé d'air et de phlogistique, et lui donna en conséquence le nom d'*air phlogistiqué*. Suivant la théorie de Stahl, qui prévaloit généralement alors, Priestley regardoit bien aussi la combustion comme n'étant que l'effet de la séparation du phlogistique d'avec le corps brûlant;

---

(1) Fourcroy. I. 200.

(2) Journ. de chim. II. 114.

mais il pensa de plus que cette séparation n'avoit lieu qu'en vertu d'une affinité chimique.

[*Supposé être un composé d'oxigène et de phlogistique.*] La présence de l'air étoit indispensable pendant la combustion, parce qu'à raison de sa force d'affinité pour le phlogistique, non-seulement il se combinoit avec lui à mesure qu'il étoit dégagé du corps, mais encore il en facilitoit le dégagement par sa grande tendance à s'y unir. Aussitôt que l'affinité de l'air pour le phlogistique étoit satisfaite, ou plutôt, dès que l'air en étoit *saturé*, la combustion cessoit nécessairement d'avoir lieu, parce que la force qui opéroit la séparation du phlogistique n'agissant plus (1), le combustible ne pouvoit pas en abandonner davantage. Cet air devenu incapable d'entretenir la combustion, qu'il regardoit comme un air saturé de phlogistique, c'est le gaz azote. Cette très-ingénieuse addition à la théorie de Stahl, fut alors considérée, par les chimistes les plus distingués, comme présentant une explication satisfaisante et suffisamment plausible des phénomènes de la combustion : mais on a reconnu bientôt après que, pendant qu'elle avoit lieu, l'air diminuoit et de volume et de poids ; ce

(1) Dr. Rutherford, *de Aere mephitico*, p. 20.

qui prouve évidemment qu'aucune substance ne s'y est unie. Il fut également reconnu que, pendant la combustion, une portion de l'air se combine avec le corps qui brûle, ainsi que cela a lieu à l'égard du soufre, du phosphore, du carbone, et de l'hydrogène. Il n'en fallut pas davantage pour détruire tout ce que la doctrine de Priestley, sur la combustion, avoit pu présenter de spécieux. Ce philosophe découvrit, en 1783, qu'en faisant bouillir de l'eau dans une cornue de terre, il en sort très-peu sous forme de vapeur, mais qu'il s'en dégage une quantité d'air à-peu-près égale en poids à celle de l'eau employée; et comme il trouva que cet air différoit à peine dans ses propriétés, de l'air commun, il en conclut d'abord que l'eau étoit convertie en air par ce procédé; mais il ne tarda pas à s'assurer, par les expériences les plus décisives, que l'eau qui disparoît dans cette expérience s'échappe à travers les pores du vaisseau, tandis qu'en même tems le vide formé y détermine la pénétration de l'air extérieur, et que c'est cet air qui sort par le bec de la cornue (1).

[2. *Composé d'eau et de calorique.*] Achard, de Berlin, réfuta en 1784 cette opinion de

(1) Priestley, *on Air.* II. 407.

Priestley, et prétendit prouver, d'après ses expériences, que toutes les fois qu'on fait passer de l'eau en vapeur à travers des tubes de terre, ou même des tubes métalliques rougis, elle est transformée en gaz azote (1). M. Westrumb se trouva parfaitement d'accord avec Achard sur ce point, et il en inféra que l'azote étoit un composé *d'eau* et de la matière de la chaleur, combinées ensemble (2). Wiegleb publia en 1796 un long mémoire dans lequel il s'efforçoit de justifier et d'appuyer, par ses propres expériences, la conclusion de Westrumb (3). Ce mémoire éveilla l'attention des chimistes hollandais Deimann, Trootswich et Lawerenburg, et les détermina à entreprendre sur cet important objet une série complète d'expériences dont ils firent connoître les résultats en 1798 (4). Ils se trouvèrent exactement conformes à ceux qu'avoit obtenus le docteur Priestley, et ils en acquirent, ainsi que lui, la preuve qu'il n'y avoit apparition de gaz que lorsquon se servoit de vaisseaux de terre. Wiegleb faisoit usage pour ses expériences d'un tube de pipe

(1) Crell, *Annal.* 1785. I. 304.
(2) *Ibid.* p. 499.
(3) *Ibid.* 1796. 467.
(4) Ann. de chim. XXVI. 310.

à tabac, qu'il lutoit au bec d'une cornue qui contenoit un peu d'eau pure. La pipe à tabac étoit chauffée au rouge dans un feu de charbon de bois ; et lorsque l'eau, dans sa cornue, étoit en ébullition, elle passoit en vapeur à travers le tube rougi. Les chimistes hollandais trouvèrent que si à un tube de pipe à tabac on en substitue un de verre, il n'y a point apparence de gaz, à moins que le tube ne soit fendu ; et ils observèrent que lorsqu'il y a production de gaz, il est toujours de même nature que l'air qui environne le tube, c'est-à-dire, un mélange de gaz, acide carbonique et azote, lorsque le tube est rougi dans un feu de charbon, et de l'air commun, lorsque le tube a été retiré du feu. M. Wiegleb essaya de répondre aux objections des chimistes hollandais, et d'établir sa théorie sur de nouvelles expériences : non-seulement ses efforts furent vains, mais il ne put pas même réussir à l'appuyer d'aucune observation qui pût le satisfaire (1).

[3. *Composé d'oxigène et d'hydrogène.*] Bientôt après, le docteur Girtanner publia, dans le 34e. volume des Annales de Chimie, une dissertation sur le même sujet. Les résul-

(1) Crell, *Annal.* 1799. I. 45.

tats de ses expériences se rapprochent beaucoup de ceux qu'avoient obtenus Wiegleb et les partisans de sa doctrine; mais il en tire des conséquences bien différentes, et en déduit une théorie presque diamétralement opposée. On obtient, suivant lui, du gaz azote toutes les fois qu'on met de l'eau en vapeur en contact avec de l'argile. Ainsi le gaz azote est produit lorsqu'on fait bouillir de l'eau dans une cornue de terre, ou dans une cornue de verre qui contient de l'argile, ou enfin dans une cornue de verre à laquelle est adapté un tube de terre; et il en conclut que le gaz azote est un composé d'hydrogène et d'oxigène combinés ensemble, et qu'il ne diffère de l'eau ou de la vapeur aqueuse, qu'en ce qu'il contient une moindre proportion d'oxigène (1). Berthollet et Bouillon-la-Grange cherchèrent à vérifier jusqu'à quel point des assertions aussi singulières pouvoient être fondées : ils répétèrent les expériences de Girtanner, non-seulement avec les précautions qu'il prescrit, mais encore en les variant de toutes les manières imaginables; ils ne parvinrent jamais à obtenir la plus petite quantité de gaz azote (2). Il y a donc lieu de penser, ou que Girtanner

(1) Ann. de chim. XXXIV. 8.
(2) *Ibid.* XXXV. 23.

n'a jamais fait les expériences qu'il cite, ou, qu'en les faisant, il a été induit en erreur par quelques circonstances.

[*Ses parties constituantes inconnues.*] Toutes les tentatives qu'on a faites pour décomposer l'azote ayant été sans succès, nous devons le considérer comme une substance simple. On ne peut se dissimuler cependant que plusieurs phénomènes chimiques, jusqu'à présent inexplicables, le deviendroient facilement, s'il étoit possible de prouver que l'azote est un composé, et que l'une des parties constituantes de l'eau entre dans sa composition. L'un de ces phénomènes est la formation de la *pluie*, dont nous traiterons dans la seconde partie de cet ouvrage; un autre, est le dégagement constant de gaz azote pendant la fonte de la glace. Priestley a reconnu qu'en faisant congeler de l'eau, qu'on a préalablement dépouillée autant que possible de l'air qu'elle pouvoit contenir, elle émet, en redevenant liquide, beaucoup de gaz azote. Il fit geler neuf fois de suite la même eau sans l'exposer au contact de l'air, et il en obtint chaque fois à-peu-près la même quantité de gaz azote (1).

(1) Nicholson's, *Journ.* IV. 193.

SECTION II.

De l'acide muriatique.

[*Préparation.*] L'acide muriatique, la seconde des substances incombustibles simples, peut s'obtenir de la manière suivante. On met dans une petite cornue 60 à 80 gram. de sel commun, auxquels on ajoute une quantité égale d'acide sulfurique : on fait plonger le bec de la cornue sous le mercure, dans une cuve pneumatique, et on l'expose à la chaleur d'une lampe. Il se produit une très-grande effervescence ; des bulles d'air s'échappent en abondance du bec de la cornue, et s'élèvent à la surface du mercure en une vapeur visible d'une odeur particulière. Après les avoir laissé se dégager ainsi, jusqu'à ce qu'on présume que tout l'air commun qui existoit dans la cornue en a été chassé, on en introduit le bec dans l'entaille de la tablette au-dessus de laquelle on a placé une cloche remplie de mercure : les bulles d'air s'y élèvent aussitôt en déplaçant le mercure, et remplissent la cloche d'un gaz auquel on a donné le nom de *gaz acide muriatique*.

Cette substance étoit anciennement connue,

même des alchimistes, dans son état de dissolution dans l'eau ; mais Priestley est le premier qui l'ait examinée dans son état gazeux.

[*Propriétés.*] 1. Le gaz acide muriatique est un fluide élastique, invisible, ayant toutes les propriétés mécaniques de l'air. Sa pesanteur spécifique est, suivant Kirwan, de 1.929, celle de l'air étant 1.000. A la température de 15°.55 centig., et sous la pression barométrique de 760 millim., un décimètre cube de ce gaz pèse 2.363 grammes. Son odeur est pénétrante et particulière, et toutes les fois qu'il est en contact avec l'air, il devient visible sous la forme d'une vapeur blanche. Sa saveur est très-*acide*, et beaucoup plus que celle du vinaigre.

[*Ne peut entretenir la combustion ni la vie.*] 2. Il tue les animaux, qui périssent promptement dans les convulsions, quand ils sont plongés dans ce gaz. Il ne peut servir à la combustion; il produit cependant un effet remarquable sur la flamme des corps combustibles : celle des bougies qui s'y éteignent verdit vers la partie supérieure du disque (1).

[*Il rougit les couleurs bleues végétales.*] 3. Si l'on met dans une cloche remplie de ce gaz, un peu du liquide de couleur bleue qu'on

(1) Priestley. II. 293.

obtient en faisant bouillir dans l'eau, et dans un vaisseau d'étain, des feuilles de chou rouge, il prend une belle couleur rouge. Ce changement est considéré par les chimistes comme une propriété caractéristique des *acides*.

[*Absorbé par l'eau.*] 4. En versant de l'eau dans une cloche pleine de ce gaz, placée sur le mercure, il disparoît aussitôt en totalité; le mercure monte et remplit la cloche, en poussant l'eau vers son sommet. Cet effet résulte de la très-grande affinité du gaz acide muriatique pour l'eau; dès qu'il est en contact avec elle, il s'y combine et prend la forme d'un liquide, ou, ce qui est la même chose, il est absorbé par l'eau. C'est donc toujours sur le mercure qu'il faut tenir les cloches dans lesquelles on introduit de ce gaz pour le soumettre à l'expérience. C'est à raison de la forte affinité du gaz acide muriatique pour l'eau, qu'il répand des fumées blanches lorsqu'il est en contact avec l'air, et sur-tout avec l'air humide. Elles sont dues à sa combinaison avec cette humidité. Le gaz acide muriatique, devenu liquide par sa dissolution dans l'eau, est désigné par les chimistes sous la simple dénomination d'*acide muriatique* (1).

(1) De *muria*.

Il paroît avoir été connu dans cet état des alchimistes; mais Glauber est le premier qui le sépara du sel marin, par le moyen de l'acide sulfurique. On lui donna d'abord le nom d'*esprit de sel*, *acide marin*, et enfin celui sous lequel il est aujourd'hui généralement connu, d'*acide muriatique*. On le prépare dans le commerce en mêlant ensemble une partie de sel commun, et sept ou huit d'argile; on distille le mélange, et on en recueille les produits dans des récipiens qui contiennent de l'eau. On l'obtient pur, pour les laboratoires de chimie, de la manière suivante. On met 100 parties de sel commun desséché dans un matras de verre, auquel on adapte un tube de verre recourbé qui entre dans un petit flacon; de celui-ci sort un autre tube de verre qui passe également dans un autre flacon plus grand, qui contient une quantité d'eau égale en poids à celui du sel commun employé. Lorsqu'on a bien luté l'appareil, on verse dans le matras sur le sel, avec les précautions convenables, 75 parties d'acide sulfurique, et on applique la chaleur. Cet acide déplace l'acide muriatique, qui se dégage sous forme de gaz et se dissout dans l'eau du grand flacon, tandis que l'acide sulfurique, qui a pu être chassé par la chaleur avant d'avoir agi sur le sel, étant condensé dans le

premier flacon, la pureté de l'acide muriatique n'en est point altérée.

[*Proportion.*] Dix centimètres cubes d'eau, à la température de 15°.55 cent., et sous la pression de 760 millim., absorbent 5150 centimètres de gaz acide muriatique, équivalant à environ 12.168 grammes. Ainsi l'eau qui en est imprégnée contient les 0.548, ou plus de la moitié de son poids d'acide muriatique, dans le même état de pureté que lorsqu'il étoit sous forme gazeuse. Je fis passer du gaz acide muriatique à travers de l'eau, jusqu'à ce qu'elle refusât d'en absorber davantage; la pesanteur spécifique de l'acide ainsi obtenu étoit de 1.203. Si l'on suppose que l'eau ait absorbé dans cette expérience une quantité correspondante à la proportion que nous venons d'établir, il s'ensuivra qu'étant saturée de ce gaz, l'eau augmente tellement de volume, que 6 parties occupent à-peu-près la place de 11; mais dans toutes mes expériences l'expansion ne fut que de neuf parties. Cette expansion indiqueroit une pesanteur spécifique de 1.477, quoique réellement on ne la trouve être, en essayant l'eau ainsi saturée, que de 1.203. Cette différence ne proviendroit-elle pas de ce qu'il s'échappe un peu de gaz pendant qu'on vérifie la pesanteur spécifique?

L'eau s'échauffe en absorbant le gaz acide

muriatique ; la glace l'absorbe aussi, et elle se fond très-promptement par cette absorption. Cette faculté absorbante de l'eau diminue à mesure que son degré de chaleur augmente, et au degré de l'ébullition elle cesse entièrement; lorsqu'on chauffe l'eau qui est saturée du gaz, il en est séparé sans altération. Ainsi, en chauffant l'acide muriatique du commerce, on peut en obtenir le gaz acide muriatique. Priestley fut le premier qui s'en procura par ce moyen.

[*Propriétés.*] L'acide muriatique est incolore; il a une odeur forte et piquante, semblable à celle du gaz, et lorsqu'il a le contact de l'air, il répand constamment des vapeurs visibles. L'acide muriatique du commerce est toujours d'une couleur jaune pâle, due à une petite portion de fer qu'il tient en dissolution.

[*Sa force.*] L'acide muriatique ne pouvant être convenablement employé que dans son état de dissolution dans l'eau, il importe essentiellement de connoître combien une quantité donnée d'acide muriatique liquide, d'une densité déterminée, contient d'acide pur. La pesanteur spécifique la plus forte de l'acide muriatique qu'on peut aisément se procurer et conserver, étant de 1.196, il est inutile de chercher à examiner la pureté de tout acide muriatique d'une densité supérieure. M. Kirwan

a calculé que l'acide muriatique dont la pesanteur spécifique est de 1.196, contient 0.2528 d'acide pur ; et il est parti de cette évaluation pour former, au moyen d'une suite d'expériences exactes, le tableau suivant (1).

100 PARTIES. Pesanteur spécifique.	ACIDE RÉEL.	100 PARTIES. Pesanteur spécifique.	ACIDE RÉEL.
1.1960	25.28	1.1282	16.51
1.1910	24.76	1.1244	15.99
1.1870	24.25	1.1206	15.48
1.1830	23.73	2.1168	14.96
1.1790	23.22	1.1120	14.44
1.1750	22.70	1.1078	13.93
1.1710	22.18	1.1036	13.41
1.1670	21.67	1.0984	12.90
1.1630	21.15	1.0942	12.38
1.1590	20.64	1.0910	11.86
1.1550	20.12	1.0868	11.35
1.1510	19.60	1.0826	10.83
1.1470	19.09	1.0784	10.32
1.1414	18.57	1.0742	9.80
1.1396	18.06	1.0630	8.25
1.1358	17.54	1.0345	5.16
1.1320	17.02	1.0169	2.58

(1) Nicholson's *quarto Jour.* III. 219. Les résultats de mes expériences ne s'accordent point avec cette table.

[*Se combine avec l'oxigène.*] 5. L'acide muriatique est susceptible de se combiner avec l'oxigène ; et les composés qu'il forme par cette combinaison, ont une très-grande analogie avec ceux qui résultent de l'union de l'azote à ce même principe.

[1. *Et forme l'acide muriatique oxigéné.*] 6. Schéele découvrit qu'en versant de l'acide muriatique sur de l'oxide noir de manganèse, il y avoit effervescence, et dégagement à l'aide de la chaleur, d'un gaz de couleur verte, d'une odeur très-désagréable, et susceptible d'être facilement absorbé par l'eau, à laquelle il communique sa couleur et ses propriétés. Il donna à ce gaz le nom d'*acide muriatique déphlogistiqué*, auquel on a depuis substitué celui généralement adopté d'*acide oxi-muriatique* (acide muriatique oxigéné). Berthollet ayant rempli d'eau imprégnée de ce gaz un flacon, à l'orifice duquel il avoit ajusté un tube recourbé qui aboutissoit à une cuve d'eau, et ayant laissé l'appareil exposé à la lumière du soleil, le liquide perdit peu-à-peu sa couleur; il s'en sépara des bulles qui furent recueillies dans une cloche, et que par l'examen il reconnut être le gaz oxigène; il trouva que l'eau restoit imprégnée d'acide muriatique ordinaire. Cette expérience démontre que les parties constituantes de l'acide muriatique oxigéné sont

l'oxigène et l'acide muriatique; et en évaluant le volume de l'oxigène dégagé, et le poids de l'acide restant, Berthollet crut pouvoir en déterminer les proportions à

89 acide muriatique.
11 oxigène.

100.

mais M. Chenevix a reconnu depuis, par une expérience qui sera ci-après décrite, que la proportion d'oxigène étoit beaucoup plus considérable, et que l'acide oxi-muriatique étoit composé de

77.5 acide muriatique.
22.5 oxigène.

100.

[*Acide muriatique sur-oxigéné.*] 7. Lorsqu'on fait passer du gaz acide oxi-muriatique à travers de l'eau qui tient de la potasse en dissolution, il se dépose un grand nombre de cristaux, sous la forme de petites paillettes brillantes. Le docteur Higgins fut le premier qui les obtint; mais Berthollet fut aussi le premier qui en fit l'examen et l'analyse. On a donné à ces cristaux le nom de *sur-oxi-muriate de potasse* (muriate sur-oxigéné de potasse). Ce sel, exposé à une chaleur suffisamment

forte, donne plus des 0.33 de son poids de gaz oxigène ; ce qui en reste est un composé d'acide muriatique et de potasse. L'acide, dans le sur-oxi-muriate de potasse, contient donc beaucoup plus d'oxigène que dans l'acide oxi-muriatique. Chenevix, qui en a dernièrement fait l'examen, en établit les proportions à

34 acide muriatique.
66 oxigène.

100.

[*Action des combustibles simples.*] 8. L'action de l'acide muriatique sur les corps combustibles simples, n'a pas été examinée avec beaucoup d'attention.

On n'a pas reconnu, jusqu'à présent, qu'il fût susceptible de combinaison avec l'hydrogène ni avec le carbone. Le charbon a la propriété de l'absorber très-rapidement ; mais on ne s'est pas assuré de la nature du changement que cette absorption peut produire.

D'après les expériences de Priestley, le phosphore absorbe une très-petite quantité d'acide muriatique (1), et le soufre s'en imbibe lentement (2).

(1) Priestley, *on Air*. II. 283.
(2) *Ibid.*

[*Sulfure.*] En faisant passer un courant de gaz acide oxi-muriatique sur des fleurs de soufre, dans un appareil de Wolf, le soufre se convertit insensiblement en un liquide rouge, que j'ai reconnu être un composé d'acide muriatique et d'oxide de soufre, et qui étoit ainsi un *sulfure d'acide muriatique*. Le poids de cette substance est plus que double de celui du soufre employé. Elle est parfaitement liquide. Sa couleur est d'un très-beau rouge, tenant le milieu entre l'écarlate et le cramoisi. Lorsqu'il s'en forme des stries sur les parois de la fiole dans laquelle on l'obtient, elles paroissent vertes par la transmission de la lumière. Sa pesanteur spécifique est de 1.623.

Le sulfure d'acide-muriatique est très-volatil; il disparoît très-rapidement lorsqu'il est exposé à une chaleur médiocre. En contact avec l'air, il répand beaucoup de vapeurs. Son odeur est analogue à celle des plantes marines; mais elle est beaucoup plus forte. Ses vapeurs produisent sur les yeux, qu'elles remplissent aussitôt de larmes, la même impression que la fumée du bois ou de la tourbe.

Sa saveur est fortement acide, chaude, et amère. Il rougit le papier de couleur bleue végétale, mais cet effet n'a lieu que lentement, à moins que le papier ne soit mouillé, et il ne la corrode qu'à l'aide de la chaleur.

Si l'on verse une goutte de sulfure d'acide muriatique dans un verre d'eau, sa surface se recouvre immédiatement d'une pellicule de soufre. Il tombe au fond du verre un globule rouge verdâtre qui y conserve pendant quelque tems la forme et l'apparence d'une goutte d'huile, mais qui se convertit à la fin en flocons jaunes. Ces flocons ont une saveur acide qu'ils ne perdent pas même après être restés dans l'eau pendant plusieurs jours. Ils sont très-ductiles, et continuent de l'être ainsi quoique exposés à l'air.

Avec l'acide nitrique chaud, le sulfure d'acide muriatique produit une très-violente effervescence, et le mélange est chassé en totalité, et avec une sorte d'explosion, hors du vaisseau qui le contient. Si l'acide nitrique est froid, l'effervescence est d'abord moins vive, mais la chaleur est bientôt développée, et les mêmes effets sont produits. Lorsque la proportion de l'acide nitrique est assez grande, et que le sulfure y est versé très-lentement, l'effervescence a lieu, et se maintient paisiblement. Il se dégage du gaz nitreux et du gaz oxi-muriatique. Le sulfure d'acide muriatique dissout à froid le phosphore avec une grande facilité et sans effervescence : la dissolution a une belle couleur d'ambre et est permanente. Lorsqu'on la fait évaporer, on a pour

résidu, un mélange de phosphore et de soufre qui prend feu au bout de quelque tems. Si on mêle la dissolution du phosphore par le sulfure d'acide muriatique, avec une dissolution de potasse, la totalité du mélange devient agréablement lumineuse, et il se précipite du phosphure de soufre.

Le sulfure d'acide muriatique est composé, suivant l'analyse que j'en ai faite, de

44.00	oxide de soufre.
35.75	acide muriatique.
20.25	perte.
100.00 (1).	

9. Nous ne connoissons aucune combinaison de l'acide muriatique avec l'azote. Mais lorsqu'on le mêle avec l'acide nitrique il forme un composé, anciennement connu sous le nom *d'eau régale*, et aujourd'hui sous celui *d'acide nitro-muriatique*, qui a des propriétés très-remarquables.

[*Action de l'électricité.*] 10. Le gaz acide muriatique étant soumis à l'action de l'électricité, son volume diminue, et il se dégage du gaz hydrogène; il se forme en même tems, si

(1) Nicholson's, *Jour.* VI. 184.

l'expérience se fait sur le mercure, du muriate de mercure; mais ces effets ne continuent d'avoir lieu que pendant un certain tems, au-delà duquel l'électricité ne produit plus aucun changement sur l'acide muriatique. Ces effets étant toujours proportionnés à l'état d'humidité du gaz, M. Henry crut pouvoir les attribuer à la décomposition de l'eau qu'il tient en dissolution. L'oxigène de l'eau décomposée se combine avec une partie de l'acide et forme de l'acide oxi-muriatique, et l'hydrogène est mis en liberté. M. Henry a fait voir qu'un décimètre cube de gaz acide muriatique, desséché aussi complètement que possible en le laissant séjourner sur de la chaux vive, ou sur toute autre substance avide d'humidité, contenoit encore environ 55 milligrammes d'eau en dissolution, mais que cette quantité d'eau étoit entièrement décomposée par l'électricité ; d'où il suit que l'électricité est le meilleur moyen à employer pour dépouiller totalement ce gaz de la portion d'humidité qu'il peut retenir (1). Lorsqu'on fait passer les étincelles électriques à travers un mélange de gaz acide muriatique et de gaz hydrogène carburé, l'eau est décomposée, et il se dé-

---

(1) Nicholson's, *Jour.* IV. 209.

gage du gaz hydrogène et du gaz acide carbonique. Lorsque l'eau a été décomposée en totalité, l'électricité ne produit plus d'effet (1).

[*Détruit les miasmes putrides.*] 11. Morveau fit voir le premier que l'acide muriatique, à l'état de gaz, neutralise les miasmes pestilentiels, et détruit ainsi leurs pernicieux effets. En 1773 la cathédrale de Dijon étoit tellement infectée d'exhalaisons putrides, qu'après plusieurs tentatives inutilement faites pour la purifier, personne n'osa plus en approcher. On invita M. Morveau, alors professeur de chimie à Dijon, à chercher s'il ne trouveroit pas quelque moyen de détruire ces exhalaisons. Il mit 1 kilogramm. d'acide sulfurique sur 3 kilogramm. de sel commun dans une capsule de verre placée sur un feu de charbon dans le milieu de l'église, il se retira précipitamment et en fit fermer toutes les portes. Le gaz acide muriatique remplit, dans très-peu de tems, tout le vaisseau; on pouvoit même le sentir aux portes. Au bout de douze heures elles furent ouvertes, et on établit dans l'église un courant d'air pour en chasser le gaz. Il avoit complètement détruit l'odeur putride (2).

(1) Henry, Nicholson's, *Jour.* IV. 209.
(2) Journ. de phys. I. 436.

Telles sont les propriétés des corps incombustibles simples. Leur caractère prédominant est, comme celui des substances combustibles, leur affinité pour l'oxigène ; mais leur union avec ce principe ne s'opérant pas par la combustion, il s'ensuit que les composés qu'ils forment avec lui sont capables de l'entretenir.

100 parties d'acide muriatique en condensent................	194 d'oxigène.
100 d'azote....................	236 *Idem.*

En appréciant l'affinité de l'azote, et de l'acide muriatique pour l'oxigène d'après leur pouvoir respectif de condensation, il s'ensuivra que celle de l'azote est la plus forte. S'il est vrai que les propriétés de l'oxigène prédominent le plus dans ceux des composés dans lesquels la base a le moins d'affinité pour lui, l'acide sur-oximuriatique devra être un meilleur soutien de la combustion, et agira avec plus d'énergie que l'acide nitrique, et c'est ce qui a lieu.

[*L'azote s'unit à trois doses d'oxigène.*] L'azote s'unit à l'oxigène dans trois proportions au moins, et forme ainsi,

1°. L'oxide nitreux,
2°. L'oxide nitrique,
3°. L'acide nitrique.

[*L'acide muriatique avec deux.*] L'acide mu-

riatique ne s'y combine que dans deux seulement et forme,

1°. L'acide oxi-muriatique,

2°. L'acide sur-oxi-muriatique.

On ne s'est pas encore beaucoup occupé des combinaisons que peuvent former les corps incombustibles simples avec les corps combustibles.

Il nous est cependant permis de supposer par analogie, que l'un et l'autre des deux corps incombustibles que nous venons d'examiner, l'azote et l'acide muriatique, sont des composés; mais jusqu'à ce que, par quelque heureuse circonstance, nous ayons pu reconnoître leurs parties constituantes, nous ne pouvons nous dispenser de les considérer comme des substances simples.

CHAPITRE IV.

Des métaux.

[*Propriétés des métaux.*] On peut considérer les métaux comme les principaux instrumens des progrès et du perfectionnement des sciences et des arts, dont la plupart n'auroient jamais existé sans eux. Les anciens avoient

tellement senti leur importance à cet égard, qu'ils élevèrent au rang des dieux les premiers inventeurs de l'art de les travailler. Ils ont toujours formé une branche essentielle de la chimie, dont toute la science consistoit, à une certaine époque, dans la connoissance et l'examen des métaux; on peut même dire, avec vérité, qu'on doit en attribuer l'origine à l'espèce de fureur avec laquelle les savans d'alors entreprirent d'en opérer la formation et la transmutation.

[*Éclat.*] 1. Une des propriétés les plus remarquables des métaux est l'aspect brillant qui leur est particulier, et qu'on a désigné par le nom *d'éclat métallique.* Il y a d'autres corps (le *mica* par exemple) qui jouissent en apparence de cette propriété, mais ce lustre n'appartient qu'à leur surface seulement, et il disparoît dès qu'on les racle, tandis que les métaux le conservent dans toutes leurs parties. Cet éclat est dû à la faculté qu'ils ont de réfléchir beaucoup plus puissamment la lumière que tout autre corps, faculté qui semble en partie résulter de leur tissu plus serré, et qui les rend particulièrement convenables pour les miroirs dont ils forment toujours la base.

[*Opacité.*] 2. Les métaux sont parfaitement opaques ou imperméables à la lumière, lors même qu'ils sont réduits à leurs plus petites

parties. Une feuille d'argent, par exemple, de 0.00016 millim. d'épaisseur, ne laisse pas passer le plus petit rayon de lumière. L'or n'est cependant pas absolument opaque, car en tenant une feuille d'or battu réduite à 0.00009 millim. d'épaisseur, suspendue entre l'œil et la lumière, elle paroît d'un vert assez vif, et transmet, par conséquent, ainsi que Newton l'a le premier remarqué, les rayons verts. Il n'est pas invraisemblable, et ce philosophe le pensoit ainsi, que tous les autres métaux ne fussent susceptibles de transmettre la lumière, si nous avions en notre pouvoir des moyens capables de les réduire à un plus grand degré de finesse. Cette opacité des métaux contribue en partie à les rendre particulièrement propres à la confection des miroirs; leur éclat seul ne suffiroit pas pour remplir convenablement cet objet.

[*Fusibilité.*] 3. Les métaux se fondent à l'aide de la chaleur, et conservent encore, lors même qu'ils sont fondus, leur opacité. On peut ainsi les jeter en moules, et leur donner telle forme qu'on desire. Ils diffèrent considérablement entre eux dans leur degré de fusibilité. Le mercure jouit de cette propriété à un tel point qu'il est constamment fluide à la température ordinaire de l'atmosphère, tandis que d'autres métaux, comme le platine, par exemple, ne peuvent

être fondus que par la plus violente chaleur qu'il soit possible de produire.

[*Poids*.] 4. La pesanteur spécifique des métaux est beaucoup plus considérable que celle de tout autre corps connu. L'antimoine, qui est un des plus légers, est encore six fois plus pesant que l'eau ; et le platine, le plus lourd de tous, l'est vingt-trois fois.

[*Faculté conductrice*.] 5. Ce sont de tous les corps essayés jusqu'à présent, les meilleurs conducteurs de l'électricité.

[*Dureté*.] 6. Parmi les métaux il n'y en a aucun de très-dur, mais la dureté de quelques-uns d'entre eux peut être augmentée par l'art, au point d'excéder celle de presque tous les autres corps. C'est ainsi que les modernes sont parvenus à se procurer avec l'acier un grand nombre d'instrumens tranchans que les anciens faisoient avec une combinaison de cuivre et d'étain.

[*Elasticité*.] 7. L'élasticité des métaux dépend de leur dureté, et peut être augmentée de même par l'art. Ainsi l'acier dont sont faits les ressorts de montres, est parfaitement élastique, quoique le fer dans son état naturel ne le soit que très-peu.

[*Malléabilité*.] 8. Mais l'une des propriétés les plus importantes des métaux est leur *malléabilité*. En les frappant avec le marteau, nous

pouvons les applatir, les étendre, leur donner telle forme qu'il nous plaît, et en faire aisément les divers instrumens propres à nos besoins. Tous les métaux cependant ne jouissent pas de cette propriété ; mais il est à remarquer que presque tous ceux qui furent connus des anciens l'avoient. Elle est considérablement augmentée par la chaleur. Les métaux deviennent plus durs et plus denses lorsqu'ils ont été soumis à l'action du marteau.

[*Ductilité.*] 9. Une autre propriété de la plupart des métaux est la *ductilité*, au moyen de laquelle on peut les alonger en fil, en les forçant à passer par des trous de différens diamètres.

[*Ténacité.*] 10. Cette propriété de ductilité dans les métaux dépend, en quelque sorte, de celle de *ténacité* dont ils jouissent aussi, et au moyen de laquelle un fil métallique d'une grosseur donnée peut résister, sans se rompre, à l'effort d'un poids suspendu à l'une de ses extrémités. Les métaux diffèrent beaucoup entre eux, en ténacité. Un fil de fer, par exemple, de 2.5 millim. environ de diamètre, pourra supporter sans se rompre un poids d'environ 226 kilog., tandis qu'un poids de 13 kilogrammes fera rompre un fil de plomb de même diamètre.

[*Se combinent avec l'oxigène.*] 11. La plupart

des métaux perdent leur éclat lorsqu'ils sont exposés à l'action de la chaleur et de l'air; ils se convertissent, par degrés, en poudres d'apparence terreuse, dont les couleurs et les propriétés diffèrent suivant le métal, et le degré de chaleur employé. Plusieurs même sont enflammés par une forte chaleur, et laissent après leur combustion une substance d'aspect terreux semblable.

[*Oxides ou chaux.*] 12. Tous les métaux, sans en excepter même le petit nombre de ceux qui résistent à l'action de la chaleur et de l'air, éprouvent un changement semblable par l'action des acides, et spécialement par celle des acides sulfurique, nitrique, et muriatique. ou d'un mélange des deux derniers. On peut convertir par ces moyens tous les métaux en poudres qui n'ont aucune ressemblance avec ceux dont elles sont provenues. Ces poudres, auxquelles on avoit d'abord donné le nom de *chaux*, sont plus connues aujourd'hui sous celui d'*oxides*.

[*Réduction.*] 13. Lorsqu'on chauffe dans un creuset un mélange de ces oxides avec du charbon en poudre, ils perdent leur aspect terreux, et redeviennent le métal qui les avoit produits. On peut, dans beaucoup de cas, substituer au charbon, l'huile, le suif, le gaz hydrogène, et d'autres corps.

combustibles. Par cette opération qu'on appelle *réduction* des oxides, le corps combustible est diminué, il éprouve le même changement que s'il eût été brûlé.

[*Théorie de Stahl sur leurs parties composantes.*] Ces oxides perdent ainsi leur *phlogistique* dans la théorie de Stahl, qui en avoit conclu que les métaux sont des composés de *terre* et de *phlogistique*. Il n'y avoit, suivant lui, qu'une seule terre primitive, qui non-seulement forme la base de toutes les autres substances connues sous le nom de terres, mais qui est aussi celle de tous les métaux. Il trouva cependant qu'il étoit impossible de combiner aucune terre pure avec le phlogistique; il pensa, en conséquence, ainsi que Beccher, qu'outre la terre et le phlogistique, il entre un autre principe dans la composition des métaux. Beccher donna à ce principe le nom de *terre mercurielle*, parce qu'il le considéroit comme existant le plus abondamment dans le *mercure*. Il supposoit ce principe très-volatil, et se dégageant, par conséquent, pendant la calcination. Quelques chimistes même assurèrent qu'on pouvoit l'obtenir dans la suie des cheminées sous lesquelles les métaux ont été calcinés.

On ne tarda pas à reconnoître un vice

frappant dans cette théorie. Le métal original est reproduit lorsqu'on chauffe son oxide avec quelque substance qui contient le phlogistique, or, si la terre mercurielle s'est dégagée pendant la combustion, elle n'est donc pas nécessaire à la formation des métaux puisqu'ils peuvent être produits sans elle; si, au contraire, elle adhère toujours à la chaux, rien ne prouve qu'elle existe. Les chimistes se virent obligés, d'après ces observations, d'écarter entièrement le principe mercuriel, et de ne plus envisager les métaux que comme des composés de terre unie au phlogistique. Mais s'il en étoit ainsi, comment se faisoit-il qu'on ne pouvoit parvenir à unir ces deux substances par l'art.

[*Théorie de Stahl, perfectionnée par Henkel.*] Henkel essaya le premier de résoudre cette difficulté. La terre et le phlogistique, sont, suivant lui, deux substances d'une nature si opposée qu'il est extrêmement difficile, ou plutôt qu'il a été jusqu'à présent impossible pour nous de commencer leur union; mais lorsqu'elle a été une fois déterminée par la nature, il devient facile de la compléter. On n'est pas parvenu jusqu'ici à dépouiller les métaux de tout leur phlogistique par la calcination, il en adhère toujours un peu à leurs chaux, et c'est à l'aide de cette portion restante qu'il devient si facile

de les ramener à leur état métallique. Si la calcination étoit continuée assez longtems pour en séparer entièrement le phlogistique, ils seroient mis à l'état des autres terres, et il deviendroit tout aussi difficile de les convertir en métaux, ou en terme de chimie, de les *réduire*. Il en résulte que plus une chaux a été complètement calcinée, plus sa réduction est difficile. Cette explication fut d'abord accueillie favorablement : mais lorsqu'après avoir examiné avec soin les propriétés caractéristiques des différentes *terres* et des chaux métalliques, on eût reconnu que ces chaux diffèrent par beaucoup de propriétés particulières, de toutes les *terres*, et entre elles, on se vit forcé d'en conclure que chacun des métaux est composé d'une *substance terreuse* particulière, combinée avec le phlogistique.

Mais la calcination présentoit plusieurs phénomènes qu'il est étonnant qu'on eût alors passés sous silence. Les oxides sont tous beaucoup plus pesans que les métaux dont ils proviennent. Cette circonstance n'avoit pas échappé à Boyle, il l'avoit attribuée à une certaine quantité *de feu* qui se fixoit dans le métal pendant la calcination (1). Mais, après lui, les chimistes firent

(1) *Fire and Flamme weigh*. Shaw's *Boyle*. II. 386.

peu d'attention à cette observation, ou à l'action de l'air, jusqu'à l'époque où Lavoisier publia ses fameuses expériences sur la calcination, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, en 1774.

[*Réfutation de cette théorie par Lavoisier.*] Il introduisit environ 244 gram. d'*étain* dans une grande cornue de verre, dont l'extrémité du col avoit été tirée en pointe à la lampe. Cette cornue fut chauffée doucement jusqu'à ce que l'étain commençât à fondre, et sa pointe fut alors scellée hermétiquement. On avoit pris la précaution de faire ainsi chauffer la cornue avant de la fermer à la lampe, afin d'en faire sortir une portion de l'air qu'elle contenoit, et d'éviter que la dilatation, occasionnée par la chaleur faisant éclater le vaisseau, il n'en résultât quelqu'accident. La cornue, dont la capacité étoit d'environ cinq décimètres cubes, fut alors pesée avec soin, mise de nouveau sur un feu de charbon, et chauffée avec précaution. L'étain fut promptement fondu; sa surface se recouvrit d'une pellicule qui se changeoit successivement en une poudre grise que la plus légère agitation faisoit descendre au fond du métal liquide dont une partie avoit été ainsi convertie en une *chaux*. Au bout de trois heures de durée de l'expérience, la calcination cessa totalement d'avoir lieu, et il

ne se produisit plus aucun changement dans le métal. La cornue fut retirée du feu, son poids se trouva être précisément le même que celui qu'elle avoit auparavant. Il est donc évident qu'il ne s'y étoit introduit aucune nouvelle substance, et que, par conséquent, l'augmentation de poids des chaux métalliques ne peut être due, comme le supposoit Boyle, à la fixation du feu (1).

Dès qu'on eut rompu l'extrémité du bec de la cornue, l'air y rentra avec sifflement, et le poids de la cornue augmenta de 0.531 grammes. Cette augmentation de poids représentoit donc la quantité d'air qui y étoit entrée, et par conséquent il en avoit dû disparoître une quantité semblable pendant la calcination. Le métal avec sa chaux étoit devenu précisément plus lourd de 0.531 grammes: ainsi les 0.531 grammes d'air disparu avoient été absorbés par le métal, et comme la portion qui en restoit à l'état métallique n'avoit éprouvé aucune espèce de changement, il est évident que cet air devoit s'être uni à la chaux. On

---

(1) Cette expérience avoit été faite par Boyle avec le même succès, et s'il en déduisit une fausse conséquence, c'est qu'il négligea de faire attention à l'état de l'air dans le vaisseau. Shaw's, Boyle. II. 394.

en peut conclure que l'augmentation de poids des métaux pendant leur calcination résulte de cette union de l'air avec eux (1). Mais dans l'expérience, tout l'air du vaisseau n'avoit pas été absorbé, et cependant la calcination avoit cessé. On peut donc en conclure aussi que ce n'est pas l'air, dans son entier, mais seulement une des parties constituantes de l'air qui s'unit aux chaux des métaux. Il a été reconnu par Priestley, Schéele, et Lavoisier lui-même, que le résidu de l'air, lorsque la calcination a cessé d'avoir lieu, est toujours du gaz azote pur ; il s'ensuit donc qu'il n'y a que *l'oxigène* de l'air qui se combine avec les chaux métalliques, et que ces chaux ne sont pas des substances simples, mais des composés.

---

(1) Il est bon de remarquer que Jean Rey, médecin du Périgord, avoit attribué, dès 1630, ces effets à la même cause; mais on fit peu d'attention à ses observations et à ses écrits; ils étoient restés dans l'oubli jusqu'à l'époque où Lavoisier prouva incontestablement la vérité de son opinion. Mayow attribua aussi, en 1774, l'augmentation de poids des métaux à leur combinaison avec l'oxigène. *Quippe vix concipi potest* (dit-il) *unde augmentum illud antimonii (calcinati) nisi à particulis nitro-æreis igneisque intercalcinandum* fixis *procedat.* Trans. p. 28. *Plane ut antimonii fixatio non tam à sulphuris ejus externi assumptione, quàm particulis nitro-æreis quibus flamma nitri abundat* ei infixis *provenire videatur. Ibid.* p. 29.

[*Oxide composé des métaux et d'oxigène.*] Lavoisier observa que le poids de l'oxide étoit toujours égal à la somme de ceux du métal employé, et de l'oxigène absorbé. Il regarda, en conséquence comme démontré, que l'oxide n'est autre chose qu'une combinaison du métal avec l'oxigène, et que les métaux sont, dans l'état de nos connoissances, des substances simples. Il remarqua, que ce que Stahl considéroit comme le dégagement du phlogistique des métaux, n'étoit réellement que leur combinaison avec l'oxigène, et que leur réduction, au lieu de leur rendre le phlogistique échappé, ne consistoit au contraire qu'à en séparer l'oxigène par le moyen de quelque corps combustible ayant pour ce principe une affinité plus forte.

14. **Aucun métal ne peut être converti en oxide que par le moyen de quelque substance qui contienne l'oxigène, et pendant l'oxidation une partie de cet oxigène disparoît.**

15. **Il est quelques oxides métalliques dont on peut opérer la réduction en les chauffant dans des vaisseaux fermés; en les traitant ainsi, ils abandonnent du gaz oxigène, dont le poids, joint à celui du métal réduit, est égal au poids de l'oxide avant l'opération.** Ainsi lorsqu'on chauffe de l'oxide de mercure à la température de 537°.77 centig. dans une cornue

à laquelle est adapté un appareil pneumatique, il se convertit en mercure pur, en même tems que l'oxigène s'en sépare sous forme de gaz ; et comme dans ce cas, aucune autre substance n'a pu entrer pendant l'opération dans le vaisseau fermé où elle s'est faite, la réduction du mercure s'est effectuée sans l'accès du phlogistique : les poids du métal, et du gaz oxigène, formant ensemble celui de l'oxide, il s'ensuit que la chaux de mercure est un composé de mercure et d'oxigène, et qu'il n'y a aucune raison de supposer que le mercure contient du phlogistique (1) : sa calcination n'est autre chose que l'acte de son union avec l'oxigène. Il en est ainsi de l'or, du platine, de l'argent, du nickel et même du plomb qu'on peut réduire de la même manière. Plusieurs autres oxides, tels que ceux de manganèse, de zinc, et pro-

---

(1) Cette expérience fut faite, en 1774, par Bayen, qui avoit soupçonné, avant Lavoisier, que tous les métaux ne contiennent pas le phlogistique. « Ces expériences, « dit-il, vont nous détromper. Je ne tiendrai plus le « langage des disciples de Stahl, qui seront forcés de « restreindre la doctrine sur le phlogistique, ou d'avouer « que les précipités mercuriels dont je parle ne sont pas « des chaux métalliques, ou enfin qu'il y a des chaux « qui peuvent se réduire sans le concours du phlogistique. « Les expériences que j'ai faites me forcent de conclure

bablement aussi de fer, peuvent être ainsi ramenés, et toujours avec dégagement de gaz oxigène, à l'état le plus rapproché de celui métallique, sans être complètement réduits.

16. On réduit tous les oxides par le moyen des corps combustibles qui, pendant la combustion, leur enlèvent l'oxigène en s'y unissant. C'est la raison pour laquelle la poudre de charbon est d'un emploi si efficace pour cette opération. Lorsqu'on en mêle avec un oxide métallique, et qu'on chauffe le mélange dans un vaisseau convenable avec un appareil pneumatique, il se dégage en abondance, pendant que la réduction s'opère, de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone, dont les poids ajoutés à celui du métal, représentent les poids de l'oxide et du charbon. L'oxide métallique et le charbon ont donc fourni tout ce qui compose l'acide

---

« que dans la chaux mercurielle dont je parle, le mercure doit *son état calcaire, non à la perte du phlogistique* qu'il n'a pas essuyée, *mais à sa combinaison intime avec le fluide élastique*, dont le poids, ajouté à celui du mercure, est la seconde cause de l'augmentation de pesanteur qu'on observe dans les précipités que j'ai soumis à l'examen. » Journ. de phys. 1774, p. 288 — 295. Ce fut en conséquence de la lecture de ce Mémoire de Bayen, que Lavoisier porta particulièrement son attention sur ce sujet.

carbonique et l'oxide de carbone et que nous savons être l'oxigène et le carbone. Ainsi donc pendant l'opération, l'oxigène de l'oxide s'est combiné avec le carbone du charbon, et le métal a été rendu à son premier état. En faisant suffisamment chauffer de la même manière, l'oxide de fer en contact avec l'hydrogène, le fer est réduit et il se forme de l'eau.

17. On ne peut donc révoquer en doute que toutes les chaux métalliques ne soient des composés des métaux entiers combinés avec l'oxigène, et que la calcination, de même que la combustion, ne soient autre chose que l'acte de cette combinaison. Ainsi, dans l'état actuel de la chimie, tous les métaux peuvent être considérés comme des corps simples, puisqu'ils n'ont point encore été décomposés.

Les termes de *chaux* et de *calcination*, étant évidemment impropres comme présentant des idées fausses, les chimistes français leur ont substitué ceux d'*oxides* et d'*oxidation*. On entend par *oxide* métallique un métal uni à l'oxigène, et par *oxidation* l'effet de cette union.

18. Tous les métaux sont capables de se combiner avec l'oxigène. Cette combinaison est quelquefois accompagnée de combustion, et quelquefois elle s'opère sans combustion, les nouveaux composés formés s'appellent *oxides*

métalliques, et dans quelques cas, *acides métalliques*. Les métaux sont, ainsi que ces deux dernières classes de corps, susceptibles de se combiner avec l'oxigène dans des proportions différentes, et de former ainsi différentes espèces d'oxides et d'acides, qu'on distinguoit autrefois, les uns des autres, par leur couleur. On appeloit, par exemple, *oxide noir*, l'un des oxides de fer, et un autre, *oxide rouge*, mais il est à présent reconnu que le même oxide peut prendre différentes couleurs suivant les circonstances. La méthode de les distinguer ainsi peut donc induire en erreur, car il arrive souvent que deux oxides très-distincts du même métal ont la même couleur.

[*Nomenclature des oxides.*] Comme il est absolument nécessaire, cependant, de pouvoir distinguer l'un de l'autre, avec la plus grande précision, les différens oxides du même métal, et que la nomenclature chimique actuelle est en défaut à cet égard, je les désignerai, jusqu'à ce qu'on propose une meilleure méthode, en faisant précéder le mot oxide de la première syllabe des noms ordinaux grecs. Ainsi le *protoxide* d'un métal seroit ce métal combiné avec l'oxigène au *minimum*, ou le *premier oxide* que ce métal est susceptible de former. Le *deutoxide* sera le second oxide d'un métal, ou le

métal combiné avec deux doses d'oxigène ; on appeleroit de même *tritoxide*, *tetoxide*, *pentoxide*, *hectoxide*, etc., les 3e., 4e., 5e. et 6e. oxides. Et enfin quand un métal sera combiné avec autant d'oxigène que possible, le composé formé sera nommé *peroxide*, et cette expression dénotera l'oxidation complète du métal (1).

[*Les métaux se combinent avec les combustibles.*] Les métaux sont susceptibles de se combiner avec les corps combustibles simples. Les composés qu'ils forment ainsi se désignent par le nom du combustible simple qui entre dans la combinaison, auquel on ajoute la terminaison en *ure*. Ainsi on appelera *sulfure*, *phosphure*, ou *carbure* d'un métal, la combinaison de ce métal avec le soufre, le phosphore, ou le carbone. Les composés que forment les métaux avec ces trois corps combustibles sont ordinairement solides, mais lorsque

(1) Les étymologistes m'objecteront sans doute que ce terme est un composé hétérogène d'un mot grec et latin ; mais cette faute, si c'en est une, a déja été très-fréquemment commise dans la formation des termes de chimie. Mon unique objet étoit d'en employer un d'une signification tellement précise, qu'il ne fût pas possible de s'y tromper.

l'hydrogène s'y unit il conserve encore son état de fluide élastique. Ces dissolutions des métaux dans l'hydrogène n'ont été que très-superficiellement examinées. On les désigne par une épithète, ajoutée au mot hydrogène, qui indique le métal. Ainsi on appelle *gaz hydrogène arsenical*, le gaz hydrogène qui tient de l'arsenic en dissolution.

19. On ne connoît jusqu'à présent aucune combinaison des métaux avec les corps incombustibles simples.

20. Les métaux s'unissent en général très-facilement entre eux. Ils forment ainsi des composés dont quelques-uns sont d'un usage extrêmement avantageux pour la fabrication des instrumens et des ustensiles. Ainsi le laiton, ou *cuivre jaune*, est un composé de cuivre et de zinc ; et le *métal de cloche* un composé de cuivre et d'étain. On appelle en chimie *alliages* tous les composés que forment les métaux par leur union, excepté celui qui résulte de leur combinaison avec le mercure, qu'on nomme *amalgame*. Ainsi la combinaison du mercure et de l'or est un *amalgame d'or*.

[*Nombre des métaux.*] 21. Les métaux connus jusqu'à présent sont au nombre de 28. Les anciens n'en connoissoient que 7, et on en a découvert au moins 17 depuis 1730. Leur

nombre s'est excessivement multiplié en peu d'années ; mais ceux le plus récemment découverts sont si rares, qu'ils sont comparativement d'une moindre importance. On peut diviser tous les métaux en quatre classes, les malléables, les cassans et facilement fusibles, les cassans et difficilement fusibles, et les réfractaires. On comprend sous cette dernière dénomination, toutes celles des substances métalliques qu'on ne connoît encore qu'à l'état de combinaison, et que les chimistes n'ont pu parvenir jusqu'à présent à réduire à l'état métallique.

[*Classification.*] Les métaux se trouvent rangés dans la table ci-dessous, suivant la classe à laquelle ils appartiennent.

PREMIÈRE CLASSE.

Métaux malléables.

1. L'or.	8. L'osmium.
2. Le platine.	9. Le cuivre.
3. L'argent.	10. Le fer.
4. Le mercure.	11. Le nickel.
5. Le palladium.	12. L'étain.
6. Le rhodium.	13. Le plomb.
7. L'iridium.	14. Le zinc.

DEUXIÈME CLASSE.

Cassans et facilement fusibles.

1. Le bismuth.	3. Le tellure.
2. L'antimoine.	4. L'arsenic.

TROISIÈME CLASSE.

Cassans et difficilement fusibles.

1. Le cobalt.	4. Le molybdène.
2. Le manganèse.	5. L'urane.
3. Le chrome.	6. Le tungstène.

QUATRIÈME CLASSE.

Réfractaires.

1. Le titane.	3. Le tantalium.
2. Le columbium.	4. Le cerium.

On appeloit autrefois les métaux de la première classe, *métaux* par excellence, parce qu'ils sont tous, ou malléables ou ductiles, ou l'un et l'autre ensemble. Tous les autres, dans lesquels cette propriété n'existe pas, ou est moins prononcée, étoient distingués sous le nom de *demi-métaux*. On appeloit aussi, anciennement, les quatre premiers métaux, *métaux nobles* ou *parfaits*, parce que leurs oxides sont réductibles par la simple application de la chaleur, et tous les autres *métaux*,

imparfaits, parce qu'on ne peut opérer leur réduction qu'à l'aide d'une substance combustible (1); mais ces distinctions fondées sur des hypothèses erronées et présentant des idées fausses, sont généralement tombées en désuétude.

PREMIÈRE CLASSE.

Métaux malléables.

Les métaux de cette classe sont d'une beaucoup plus grande importance que tous les autres. Elle comprend ceux connus des anciens, et quatre de plus, découverts par les modernes. J'y en ai fait entrer trois autres récemment trouvés, dont la malléabilité n'a pas été reconnue, mais dont on peut les supposer susceptibles en raison de la grande analogie qu'ils ont avec ceux des métaux malléables les plus parfaits.

(1) Le nickel et le plomb se réduisent par la seule action du calorique; ils méritent par conséquent aussi la qualification de *métaux nobles*.

Section première.

De l'or.

1. L'or semble avoir été connu dès le commencement du monde. Il est, à raison de ses propriétés et de sa rareté, le plus précieux des métaux (1).

[*Propriétés.*] Sa couleur est rouge-orangé ou jaune rougeâtre; il n'a ni odeur ni saveur sensibles. Il ne cède en éclat qu'au platine, à l'acier, à l'argent et au mercure.

2. Sa dureté est de 6.5 et sa pesanteur spécifique de 19.3 (2).

---

(1) Le traité le plus complet qui ait été jusqu'à présent publié sur l'or, est celui du docteur Lewis, dans son *Philosophical Commerce of the Arts.* Le détail donné sur ce métal dans les *Institutiones chemiæ* de Wasserburg, vol. I, est au moins en grande partie littéralement traduit du Traité de Lewis; mais on y trouve aussi plusieurs découvertes d'une date postérieure, principalement faites par Bergman. Les *Expériences et Observations de* M. Hatchett, *sur les alliages*, *la pesanteur spécifique et le frai comparatif de l'or*, publiées dans les Trans. Phil. pour 1803. sont de la plus grande importance, sous le double rapport de leur exactitude et de la rectification qu'elles offrent d'un grand nombre de notions erronées.

(2) La méthode de Kirwan, pour désigner par des

3. C'est le plus ductile et le plus malléable de tous les corps. Il peut être réduit par le battage en feuilles de 0.00009 de millim. d'épaisseur et d'une finesse telle que 0.065 gramm. d'or puissent couvrir une surface de 3.68 décimètres carrés : mais la feuille destinée à dorer le fil d'argent n'ayant que les 0.083 de cette épaisseur, on peut avec environ 31 grammes d'or recouvrir un fil d'argent d'une longueur de plus de 200 myriamètres (1).

4. La ténacité de l'or est considérable, quoiqu'à cet égard il soit inférieur au fer, au platine et à l'argent.

---

nombres les différens degrés de dureté, a été adoptée à raison de sa simplicité.

3, dénote la dureté de la craie.

4, une dureté supérieure, mais qui cependant cède sous l'ongle.

5, celle qui résiste à l'ongle, mais qui obéit facilement à l'action du couteau.

6, celle qui est moins susceptible de l'effet du couteau.

7, celle que le couteau peut à peine détruire.

8, celle qui résiste à l'action du couteau, mais qui ne fait pas feu avec le briquet.

9, celle au moyen de laquelle il se produit de foibles étincelles par le briquet.

10, celle qui donne lieu à des étincelles très-prononcées. Kirwan, *Minéralogie*. I. 38.

(1) Shaw's *Boyle*, p. 404; et Lewis's *Philosophical Commerce of the Arts*, p. 44.

[*Ténacité.*] Il paroît, d'après les expériences de Sickingen, qu'un fil d'or de 2 millim. de diamètre peut supporter, sans se rompre, un poids de 68.216 kil. (1).

[*Action du calorique.*] 5. L'or fond à 32° du pyromètre de Wedgewood (2), et devient, lorsqu'il est fondu, d'une couleur verte légèrement bleuâtre. Il acquiert de l'expansion par la fusion, et se contracte par conséquent plus que la plupart des autres métaux en devenant solide, ce qui le rend moins propre à être coulé en moules (3) ; il ne peut être volatilisé que par une chaleur très-intense, c'est-à-dire qu'il est, en langage chimique, extrêmement fixe. Gasto Claveus nous apprend, qu'ayant mis 30.59 grammes d'or pur dans un vaisseau de terre, dans la partie d'un fourneau de verrerie, où l'on maintient le verre constamment fondu, et l'y ayant laissé à l'état de fusion pendant deux mois, cette quantité d'or ne perdit pas la plus petite portion de son poids (4). Il en

(1) Ann. de chim. XXV. 9.

(2) Suivant le calcul des académiciens de Dijon, l'or fond à 1298°, Fahrenheit (703°.33 centig.), et d'après Mortimer à 1301°. Fah. = 710.55 centig.

(3) Lewis's, *Philosophical Commerce*, p. 67.

(4) *Nec minimum de pondere decidisse conspexi.*

fut de même dans une expérience de Kunkel (1) qui avoit exposé de l'or, pendant quelques heures, à toute l'action de la lentille de M. Parker (2). Homberg observa cependant qu'en tenant, pendant quelque tems, une très-petite quantité d'or à une violente chaleur, il s'en volatilise une portion (3). Cette observation fut confirmée par Macquer qui, ayant remarqué que dans ce cas l'or s'élève en vapeurs à la hauteur de 135 à 162 millim., parvint à dorer sensiblement une lame d'argent en la présentant à cette élévation aux vapeurs de l'or qui s'y attachoient (4), et Lavoisier obtint le même résultat en tenant une pièce d'argent au-dessus de l'or fondu à un feu alimenté par le gaz oxigène (5).

Après sa fusion, l'or est susceptible de cristalliser. Tillet et Mongez en ont obtenu des cristaux de la forme d'une pyramide quadrangulaire.

Gastonis Clavei, *Apologia argyropoeiæ, et chrysopoeiæ adversus Thomam Erastum. Theatrum chemicum.* II. 17.

(1) Lewis, *Philosophical Commerce*, p. 70.

(2) Kirwan, *Minéralogie*, I. 92.

(3) Mém. Par. 1702. 147.

(4) Dictionn. de chim. II. 148.

(5) Kirwan, *Minér.* II. 92.

L'or est inaltérable à l'air qui ne lui fait même rien perdre de son éclat. L'eau n'a également aucune action sur lui.

[*S'oxide.*] 7. L'or est cependant capable de combinaison avec l'oxigène, et même susceptible de combustion dans de certaines circonstances particulières. Il en résulte un composé qui est un *oxide d'or*. Homberg ayant exposé de l'or au foyer du miroir ardent de Tschirnhaus, il observa qu'il s'en étoit converti une partie en un oxide de couleur pourpre, et Macquer obtint depuis les mêmes résultats (1) ; mais la portion d'oxide formée dans ces expériences étoit trop petite pour pouvoir être soumise à l'examen. On parvient, par le moyen de l'électricité, à oxider l'or en plus grande quantité. Si l'on fait passer une forte décharge électrique à travers une feuille dor mince et étroite, renfermée entre deux bandes de verre attachées ensemble, la feuille d'or manque en plusieurs endroits, et le verre est teint d'une couleur pourpre produite par l'oxidation d'une portion du métal. C'est au docteur Franklin (2) qu'on doit cette expérience curieuse qui fut confirmée en 1773,

(1) Dictionn. II. 153.

(2) Lewis's, *Philosop. Comm.* p. 175. Cet ouvrage fut publié en 1763.

par Comus. Quelques savans contestèrent la vérité de ce fait de l'oxidation de l'or par l'électricité, mais les expériences de Van-Marum dissipèrent tous les doutes à cet égard. Il soumit à l'action électrique de la puissante machine Teylerienne un fil d'or suspendu en l'air. Ce fil prit feu, brûla avec une flamme verte, et se dissipa complètement en vapeurs qui étant recueillies se trouvèrent être un oxide d'or de couleur pourpre. Cette combustion, suivant Van-Marum, réussit non-seulement dans l'air ordinaire, mais elle a également lieu quand le fil d'or est suspendu dans le gaz hydrogène, ou tout autre gaz non capable d'entretenir la combustion. On effectue aisément à présent la combustion de l'or en soumettant une feuille de ce métal à l'action de la pile galvanique. J'en ai fait brûler avec une grande splendeur et avec une flamme colorée en vert, en en présentant un fil à l'action d'un courant de gaz oxigène et hydrogène mêlés ensemble et brûlans. Dans tous les cas de combustion l'or est oxidé. On connoît actuellement deux oxides d'or, le *protoxide* de couleur *pourpre* ou *violet*, et le *peroxide* de couleur *jaune*.

[*Peroxide.*] 8. de tous les oxides d'or, c'est le *peroxide* qu'on obtient le plus aisément, et qui est par conséquent le mieux connu.

En versant sur de l'or parties égales d'acides nitrique, et muriatique, mêlés ensemble (1), il se produit une effervescence, l'or est peu-à-peu dissous et le liquide prend une couleur jaune. Il est aisé de voir comment cette dissolution s'opère. Aucun métal n'est dissoluble dans les acides qu'autant qu'il a été mis à l'état d'oxide. Il existe une grande affinité entre l'oxide d'or et l'acide muriatique, l'acide nitrique fournit l'oxigène à l'or, et l'acide muriatique dissout l'oxide que forme cet oxigène. Lorsque l'acide nitrique est dépouillé de la plus grande portion de son oxigène, il prend la forme gazeuse et se dégage à l'état de *gaz nitreux*, et c'est ce dégagement qui produit l'effervescence. L'oxide d'or peut être précipité de sa dissolution dans l'acide nitro-muriatique par une addition de dissolution de potasse, ou même d'eau de chaux. Il se dépose lentement en poudre de couleur brune-jaunâtre approchant quelquefois du noir. Ce précipité bien lavé et bien séché est insipide et insoluble dans l'eau. Bergman trouva que 100 parties d'or traitées de cette

---

(1) Ce mélange, par la propriété qu'il a de dissoudre l'or, s'appeloit autrefois *eau régale* (l'or étant considéré par les alchimistes comme le roi des métaux); il porte aujourd'hui le nom d'acide *nitro-muriatique*.

manière en avoient produit 110. Si cette évaluation, sur laquelle Bergman lui-même annonçoit avoir quelque incertitude, étoit exacte, il s'ensuivroit que le peroxide d'or est composé d'environ

91 or.
9 oxigène.
100 (1).

En exposant cet oxide à une chaleur médiocre, il devient pourpre; par une chaleur plus forte, tout l'oxigène en est dégagé et l'or est réduit à l'état métallique.

[*Protoxide.*] 9. Les propriétés du *protoxide* d'or sont peu connues. On l'obtient en faisant éprouver la combustion au métal, ou en le soumettant à l'action de l'électricité. On le produit aussi en exposant le peroxide à un degré de chaleur convenable, ou même aux rayons du soleil. Sa couleur est pourpre. On emploie dans les arts plusieurs préparations qui le contiennent.

10. De toutes les substances combustibles simples, le phosphore est la seule avec laquelle on soit jusqu'à présent parvenu à unir l'or.

(1) Bergman, *Opusc.* II. 591.

L'hydrogène et le charbon le précipitent de ses dissolutions à l'état métallique.

[*Sulfure.*] 11. Le soufre n'a aucune espèce d'action quelconque sur l'or, même à l'aide de la chaleur, aussi ne le trouve-t-on jamais dans la nature en état de combinaison avec le soufre, comme il s'y rencontre avec la plupart des autres métaux. Il n'est guère possible de douter cependant que le soufre n'exerce quelque action sur ce métal, quelque foible qu'elle soit, puisqu'en versant un *hydrosulfure alcalin*, qui est une combinaison du gaz hydrogène sulfuré avec un alcali, dans une dissolution d'or, il se précipite une *poudre noire* qui consiste en or et en soufre combinés ou intimement mêlés ensemble. Stahl a aussi observé qu'en faisant chauffer ensemble, et bouillir dans l'eau, un mélange de potasse, de soufre, et d'or, il se dissolvoit une portion assez considérable de ce métal (1), trois parties de soufre et trois de potasse suffisent pour en dissoudre une d'or. La dissolution est de couleur jaune. Si on y verse un acide, il se forme un précipité d'or uni au soufre à l'état d'une poudre rougeâtre qui, peu-à-peu, devient noire. Ce précipité semble être composé, d'après les

(1) Stahl, *Opusc. chim. phys. med.* p. 606.

expériences de Bucholz, d'environ une partie de soufre sur 4.5 d'or, ou d'environ

82 or.
18 soufre.

100 (1).

[*Phosphure.*] 12. Margraf essaya en vain d'unir l'or avec le phosphore (2); mais Pelletier fut plus heureux. Il y réussit en mêlant ensemble dans un creuset 15.297 millig. d'or et 30.594 millig. de verre phosphorique (obtenu par la fusion du résidu de l'évaporation à siccité de l'acide phosphorique) et en recouvrant le mélange de poudre de charbon. Le *phosphure d'or* ainsi obtenu étoit plus blanc que l'or dans son état naturel, et il avoit une apparence cristallisée. Il étoit composé de vingt-trois parties d'or et d'une de phosphore (3). Pelletier est également parvenu à former le phosphure d'or en projetant du phosphore en petits morceaux dans de l'or en fusion (4). On peut séparer le phosphore du phosphure d'or, en le tenant pendant quelque tems en fusion.

(1) Bucholz, *Beitrage.* III. 171.
(2) *Opusc.* I. 2.
(3) Ann. de chim. I. 98.
(4) *Ibid.* XIII. 104.

[*Action des incombustibles.*] 13. On ne connoît pas de combinaison de l'or avec les corps incombustibles simples.

[*Alliages.*] 14. L'or se combine aisément avec le plus grand nombre des métaux, et forme avec eux une grande variété d'alliages. Ce métal est si mou qu'on peut rarement l'employer dans son état de pureté. On le mêle presque toujours avec de petites quantités de cuivre et d'argent. Pour reconnoître les divers degrés de pureté de l'or travaillé et vendu dans le commerce, on a supposé l'or pur divisé en vingt-quatre parties, auxquelles on a donné le nom de *carats*. Ainsi l'or pur est l'or à vingt-quatre carats; celui à vingt-trois carats est un alliage de vingt-trois parties d'or et d'une partie d'un autre métal; l'or à vingt-deux carats est un alliage de vingt-deux parties d'or et de deux parties d'un autre métal, etc.; de sorte que le nombre des carats désigne la quantité d'or pur, et la différence de ce nombre à celui de vingt-quatre indique la quantité de l'alliage. La division du carat en grains est de quatre en Angleterre, de douze en Allemagne, et de trente-deux en France (1).

(1) Lewis's, *Phil. Com.* p. 115.

SECTION II.

Du platine.

Ce métal, inférieur à l'or peut-être dans quelques-unes de ses qualités, mais qui le surpasse de beaucoup dans d'autres, étoit inconnu en Europe, comme métal distinct, avant 1749 (1).

(1) Le P. Cortinovis a essayé de prouver que ce métal étoit l'*electrum* des anciens. *Chemical annals of Brugnatelli*, 1790. On ne peut révoquer en doute que l'*electrum* des anciens ne fût un métal, et même un métal très-précieux. C'est ainsi qu'en parlent les anciens écrivains, et Homère particulièrement. Ces deux vers de Claudien suffiroient seuls pour le prouver :

Atria cinxit ebur, trabibus solidatur ahenis
Culmen, et in celsas surgunt electra columnas.
L. I. v. 164.

Pline, en décrivant l'*electrum*, dans son Histoire naturelle, nous apprend que c'étoit une composition d'or et d'argent, et qu'à la lumière d'un flambeau, il brilloit avec plus de splendeur que l'argent. Les anciens en faisoient des coupes, des statues et des colonnes; mais si c'étoit notre platine, n'est-il pas bien extraordinaire qu'aucune trace d'un métal qui a dû être abondant, ne se soit retrouvée dans aucune partie quelconque de l'ancien continent.

[*Histoire du platine.*] On ne l'a encore, jusqu'à présent, trouvé qu'en Amérique dans le bailliage de Choco au Pérou, et dans la mine de Santa-Fé, près Carthagène. Il y a lieu de croire que les ouvriers de ces mines avoient eu dès longtems connoissance de ce métal, puisqu'il a été parlé, quoique d'une manière peu claire, de quelques-unes de ses propriétés par des écrivains du seizième siècle. M. Wood, essayeur à la Jamaïque, le trouva dans les Indes Occidentales vers l'an 1741, et il en donna

---

Comme le passage de Pline, sur l'*electrum*, offre sur ce métal le détail le plus complet qu'on puisse trouver dans tout autre ouvrage ancien, nous le rapporterons ici littéralement, afin que chacun puisse être à même de juger si la description qu'il en donne est applicable ou non au platine des modernes.

Omni auro inest argentum vario pondere. Ubicumque quinta argenti est portio electrum *vocatur. Scrobes eæ reperiuntur in canaliensi. Fit et cura electrum, argento addito. Quod si quintam portionem excessit incudibus non restitit, et electro auctoritas, Homero teste, qui Menelai regiam auro, electro, ebore fulgere tradit. Minervæ templum habet lindos insulæ Rhodiorum in quo Helena sacravit calicem ex electro. — Electri natura est ad lucernarum lumina clarius argento splendere. Quod est nativum et venena deprehendit. Namque discurrunt in calicibus arcus cœlestibus similes cum igneo stridore et geminâ ratione prædicunt.* Lib. XXIII, cap. 4.

quelques échantillons au docteur Brownrigg, qui les présenta à la Société Royale en 1750. Don Antonio de Ulloa, mathématicien espagnol, qui avoit accompagné en 1735 au Pérou, les académiciens français qui y avoient été envoyés pour la mesure d'un degré du méridien, avoit parlé dès 1748 dans la Relation de son voyage, de ce métal sur lequel M. Wood publia un mémoire dans le quarante-quatrième volume des Transactions Philosophiques pour les années 1749 et 1750. Le docteur Lewis (1) commença en 1749, sur ce métal, une série d'expériences qui furent publiées dans quatre mémoires insérés dans les Transactions Philosophiques pour 1754, et dans deux autres depuis; les résultats de ces expériences en démontroient la nature particulière et les propriétés remarquables. Il parut en 1752 une dissertation du suédois Scheffer sur le même sujet. Enfin, les expériences de Lewis furent répétées, et il y fut fait plusieurs additions curieuses par Margraf, en 1757 (2). Les différens mémoires dans lesquels il étoit rendu

(1) Phil. Trans. XLVIII. 638; et I. 148. On trouve aussi dans le *Phil. Comm.*, p. 443, un exposé complet de toutes les expériences faites sur ce métal avant 1763.

(2) Mém. Berlin. 1757, p. 31; et Margraf, *Opusc.* II. 226.

compte de ces travaux ayant été traduits en français, ils éveillèrent l'attention des chimistes de ce pays, et portèrent d'abord Macquer et Beaumé (1), puis bientôt après Buffon, Tillet, Morveau (2), Sickingen (3), Bergman (4) et Lavoisier (5) à s'occuper d'expériences sur le platine; et plus récemment encore, Mussin-Puschkin (6), Morveau (7) et plusieurs autres chimistes distingués ont ajouté beaucoup de faits nouveaux à la connoissance que nous avions de ce minéral.

Le platine brut vient d'Amérique sous la forme de paillettes lenticulaires ayant l'éclat de l'argent. Dans cet état, il est très-impur, puisqu'il ne contient pas moins de neuf autres métaux, mécaniquement mêlés ou chimiquement combinés; mais on peut l'obtenir pur de la manière suivante.

[*Purification.*] On fait dissoudre ce platine dans de l'acide nitro-muriatique étendu d'eau,

---

(1) Mém. Par. 1758, p. 119.
(2) Journ. de phys III. 324.
(3) Macquer, *Dictionnaire.*
(4) *Opusc.* II. 166.
(5) Ann. de chim. V. 137.
(6) *Ibid.* XXIV. 205.
(7) *Ibid.* XXV. 3.

et on chauffe très-doucement. Après avoir décanté la dissolution de dessus la matière noire qui résiste à l'action de l'acide, on y verse une dissolution de *sel ammoniac* (1). Il se forme un précipité de couleur jaune orange qu'on lave et qu'on sèche avec soin pour ensuite le faire lentement chauffer jusqu'au rouge dans un creuset de porcelaine. La poudre qui reste dans le creuset est le platine presque pur. En le dissolvant de nouveau dans l'acide nitro-muriatique, et en le traitant de la même manière, on l'obtient encore plus pur.

[*Propriétés.*] 1. Le platine ainsi obtenu est d'une couleur (2) semblable à celle de l'argent, mais d'un blanc moins clair; il n'a ni saveur ni odeur.

2. Sa dureté est 8, et sa pesanteur spécifique, lorsqu'il a été forgé et fortement écroui, est de

---

(1) Sel formé par la combinaison de l'*acide muriatique* et de l'*ammoniaque*.

(2) C'est à cette couleur qu'il doit son nom. *Plata* signifie en espagnol, argent, et on l'avoit appelé *platina*, petit argent. — Bergman changea cette dénomination en celle de *platinum*, afin qu'elle eût la terminaison et le genre des noms que les Latins avoient donnés à tous les métaux. Celui-ci avoit cependant été appelé *platinum* longtems auparavant par Linnée.

23.000. De sorte qu'il est beaucoup plus pesant qu'aucun autre corps connu.

3. Il est extrêmement ductile et malléable. Il peut être réduit par l'action du marteau, en feuilles très-minces, et tiré en fil de 0.003 de millim. de diamètre.

4. Sa ténacité est telle qu'un fil de ce métal de 2 millim. de diamètre, est capable de supporter, sans se rompre, un poids de 124 kil. 690 (1).

5. C'est un des métaux les plus difficiles à fondre. Macquer et Beaumé en ont fondu de petites portions par le chalumeau, et Lavoisier, en l'exposant sur un feu de charbons rouges à un courant de gaz oxigène. Il peut être fondu sans difficulté lorsqu'il est combiné ou mêlé avec d'autres corps; mais alors il n'est pas à l'état de pureté. Des morceaux de platine chauffés au blanc peuvent être soudés ensemble de la même manière que le fer chaud.

6. L'air et l'eau n'ont aucune espèce d'action sur ce métal.

[*Oxides.*] 7. On ne peut le combiner avec l'oxigène et le convertir en oxide par la chaleur la plus forte de nos fourneaux lorsqu'il est pur; mais dans l'état où il nous vient d'Amérique, et dans lequel il est combiné avec une certaine

(1) Morveau, Ann. de chim. XXV. 7.

quantité de fer, il peut être en partie oxidé lorsqu'on l'expose à un violent degré de chaleur. On ne peut pas douter cependant qu'on ne parvînt à le brûler, et à l'oxider de la même manière que les autres métaux, s'il nous étoit possible de produire un degré de chaleur suffisant pour opérer sur lui cet effet; car Van-Marum ayant soumis à l'action de sa forte machine électrique un fil de ce métal, il brûla avec une flamme légèrement blanche, et fut dispersé en une espèce de poussière qui étoit l'oxide de platine. J'en ai également fait brûler un fil avec tout l'éclat d'un fil de fer et avec émission abondante d'étincelles, en le plongeant dans la flamme produite par la combustion d'un mélange de gaz hydrogène et oxigène.

[*Peroxide.*) 8. Pour obtenir les oxides de ce métal, il est nécessaire d'avoir recours à l'action d'un acide. Lorsqu'on traite avec l'eau de chaux la dissolution de couleur brun foncé du platine dans l'acide nitro-muriatique, il se forme un précipité pulvérulent brun jaunâtre. Si on le fait dissoudre dans l'acide nitrique, et qu'après avoir évaporé cette dissolution à siccité, on chauffe le résidu de manière à en dégager l'acide, la poudre qui reste est le peroxide de platine. Il est insipide et insoluble dans l'eau. En le chauffant jusqu'au rouge, l'oxigène s'en

sépare, et l'oxide est réduit à l'état métallique. 115 parties d'oxide traitées ainsi, en laissent 100 du métal; d'où il suit que l'oxide est composé de

87 platine.
13 oxigène.

100 (1).

9. Si la chaleur dans cette expérience est conduite avec ménagement, l'oxide, avant d'être réduit, prend une couleur verte. Ce changement est dû à la séparation d'une portion de l'oxigène. Cette poudre, de couleur verte, est, suivant Chenevix, un protoxide de platine, qui, d'après ses expériences, est composé de

93 platine.
7 oxigène.

100 (2).

10. Les corps combustibles simples n'ont pas d'action plus remarquable sur le platine que sur l'or. On ne l'a encore jusqu'à présent combiné ni avec l'hydrogène ni avec le carbone.

[*Phosphure.*] 11. Le platine s'unit facilement au phosphore. Pelletier a obtenu un *phosphure*

(1) Chenevix, *on Palladium*. Phil. Trans. 1803.
(2) Chenevix. *Ibid.*

de platine du poids de plus de 30 grammes, d'un mélange de 30 grammes de platine, de 30 grammes de verre phosphorique, et de 3.824 grammes de charbon en poudre chauffé dans un creuset à environ 32° de Wedgewood. La masse qu'il retira du creuset étoit en partie composée d'un culot d'un blanc d'argent, en partie de cristaux de la même substance de forme cubique; le tout étoit recouvert d'un verre noirâtre. Ce phosphure est très-cassant, et d'une dureté assez grande pour faire feu sous le briquet : lorsqu'on l'expose à un feu capable de le fondre, le phosphore s'en dégage et brûle à sa surface (1). Pelletier trouva aussi qu'en projetant des morceaux de phosphore sur du platine rouge, dans un creuset, ce métal entroit aussitôt en fusion et il se formoit un phosphure. Le phosphore étant ensuite aisément dégagé par la chaleur, de cette union avec le platine, Pelletier proposa ce moyen comme une méthode facile pour purifier ce métal (2).

11. Le platine, de même que l'or, ne s'unit point au soufre lorsqu'on les chauffe ensemble (3). Il semble cependant qu'il y a de l'affinité

(1) Ann. de chim. I. 98.
(2) *Ibid.* XIII. 105.
(3) Lewis, *Phil. Com.* p. 498.

entre ces deux substances; car Lewis (1) et Margraf (2), en faisant chauffer le platine avec un mélange de potasse et de soufre, sont parvenus à le corroder et à le rendre en partie soluble dans l'eau; quand on fait passer du gaz hydrogène sulfuré dans la dissolution du platine par un acide, le métal en est précipité sous forme de flocons d'un brun foncé qui semblent être une combinaison de ce métal avec le soufre; et, en effet, Proust annonce que, dans le platine natif, il s'en trouve quelquefois à l'état de sulfure (3).

On ne connoît pas de combinaisons du platine avec les corps incombustibles simples.

[*Alliages.*] Il forme des alliages avec le plus grand nombre des métaux.

[1. *Or.*] Le docteur Lewis, qui s'occupa le premier de ces alliages, trouva que le platine et l'or s'unissoient lorsqu'ils étoient tenus ensemble en fusion à un très-haut degré de chaleur. Il s'étoit servi de platine crud; mais c'est en

---

(1) Lewis, *Phil. Com.* p. 499.

(2) *Opusc.* II. 284.

(3) Ann. de chim. XXXIII. 149. Il ne seroit pas étonnant que ce chimiste eût pris pour un sulfure de platine quelques-uns des corps métalliques qu'on a dernièrement reconnus exister en grand nombre dans le platine.

opérant avec ce métal pur que Vauquelin (1), Hatchett et Klaproth, ont examiné depuis les propriétés de son alliage avec l'or. On ne parvient à le former qu'au moyen de la chaleur la plus intense, autrement le platine n'est que disséminé à travers l'or sans s'y être uni. La couleur de l'or est singulièrement changée dans cet alliage, qui a l'aspect du métal de cloche, ou plutôt de l'argent terni. Le docteur Lewis trouva que par une addition de 0.0238 de platine, la couleur de l'or étoit très-sensiblement altérée, et qu'elle disparoissoit entièrement lorsque dans l'alliage la proportion du platine s'élevoit aux 0.166. Celui formé par M. Hatchett, d'environ onze parties d'or sur une de platine, avoit la couleur de l'argent terni; il étoit très-ductile et très-élastique. Le platine peut être allié avec une proportion d'or considérable, sans que sa couleur soit changée. Ainsi l'alliage d'une partie de platine et de quatre parties d'or diffère à peine en apparence du platine pur. La couleur de l'or ne devient prédominante que lorsqu'il forme les 0.888 de l'alliage (2).

Il résulte de ces faits que l'or ne peut être allié

(1) Vauquelin, Manuel de l'Essayeur, p. 44. — Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, etc. Phil. Trans. 1803. — Klaproth, Journ. de chim. IV. 29.

(2) Klaproth. *Ibid.*

avec 0.10 de son poids de platine, sans que la fraude ne soit aisément découverte par l'altération de la couleur de l'or; Vauquelin a fait voir que dans ce cas, on peut séparer complètement le platine de l'or, en mettant l'alliage en digestion dans de l'acide nitrique après l'avoir réduit en feuilles minces; mais cette méthode ne peut réussir, et la séparation complète ne s'opère pas, lorsque la proportion du platine excède celle des 0.10 (1).

SECTION III.

De l'argent.

[*Propriétés.*] 1. L'argent a été connu à-peu-près en même tems que l'or. C'est un métal d'une belle couleur blanche, insipide, inodore, qui, si on en excepte l'acier poli, ne le cède peut-être pour l'éclat à aucun des métaux.

2. Sa dureté est 7. Sa pesanteur spécifique lorsqu'il est à l'état de métal pur, est de 10.474 (2), et de 10.510 (3) lorsqu'il a été fortement écroui.

(1) Manuel de l'Essayeur, p. 48.

(2) Brisson et Hatchett.

(3) Suivant Brisson, Muschenbroeck trouva que cette pesanteur spécifique de l'argent écroui étoit de 10.500; Lewis la porta à 10.980. *Phil. Com.* p. 549.

3. L'argent ne le cède qu'à l'or en malléabilité. Il peut être réduit en feuilles d'environ 0.006 de millimètre d'épaisseur. Sa ductilité est également remarquable ; il peut être tiré en fils beaucoup plus fins que les cheveux, et avec 0.053 grammes d'argent seulement, on peut en faire un fil d'environ 130 mètres de longueur.

4. Sa ténacité est telle qu'un fil de ce métal de deux millimètres de diamètre peut supporter sans se rompre un poids de 85 kil. 062 (1).

5. La fusion de l'argent s'opère, suivant Mortimer et Bergman, à 1000° de Fahrenheit (537°.77 centigr.), et d'après les expériences de Kennedy, à la température correspondante à celle de 22°. du pyromètre de Wedgewood (2). Son éclat augmente par sa fusion. Si, lorsque l'argent est fondu, on au mente la chaleur, le métal liquide bouillonne, et il pourroit être volatilisé si on le tenoit longtems exposé ainsi à un très-grand feu. Gasto Claveus trouva que 30.59 gram. d'argent fondu qu'il avoit laissés pendant deux mois dans un fourneau de verrerie avoient perdu 0.083 de leur poids (3).

---

(1) Ann. de chim. XXV. 9.
(2) Sir James Hall. Nicholson's, *Jour.* IX. 99.
(3) *Theatrum chim.* II. 17.

Si, lorsque l'argent est fondu, on le laisse refroidir lentement, sa surface prend un aspect cristallisé, et si, lorsqu'elle commence à se figer, on décante ce qui reste du métal encore liquide, on obtient de beaux cristaux d'argent. C'est ainsi que Tillet et Mongez le jeune en ont obtenu en pyramides quadrilatères, isolés et en groupes.

[*Oxides*.] 6. L'argent ne s'oxide point à l'air. Lorsqu'il y reste longtems exposé, il perd graduellement de son éclat et se ternit; mais cela est dû à une cause différente. Il n'est pas non plus altéré par l'eau; mais lorsque l'argent est tenu longtems en fusion dans un vaisseau ouvert, il attire l'oxigène de l'atmosphère et s'y combine. Junker, qui fit le premier cette expérience, parvint à convertir une certaine quantité d'argent en un oxide vitriforme. Elle fut depuis confirmée par Darcet et Macquer. Ce dernier, après avoir exposé 20 fois de suite de l'argent à la chaleur d'un fourneau de porcelaine, le changea en un oxide vitreux (1) d'une couleur verte olive (2). On peut même, par un degré de chaleur suffisant, opérer la combustion de l'argent comme celle des autres corps combustibles. Van-Marum ayant

(1) Junker, *Conspectus chim.* I. 887.

(2) Macquer, *Dictionn.* II. 571.

exposé un fil d'argent à l'action des commotions électriques de sa puissante machine teylerienne, ce fil brûla avec une flamme verdâtre et il se dissipa en fumée. L'argent brûle rapidement, et avec une flamme légèrement verte, dans un courant de gaz oxigène et hydrogène; il brûle également avec une grande splendeur par l'action d'une batterie galvanique.

L'eau de chaux précipite l'argent de sa dissolution dans l'acide nitrique, sous la forme d'une poudre de couleur brune ou olive foncé. Cet oxide est composé d'après les expériences de Klaproth, de 100 parties d'argent unies à 12.8 d'oxigène (1), et sur 100 parties d'environ

89	argent.
11	oxigène.
100	

Ces proportions ne diffèrent que de très-peu de celles antérieurement établies par Bergman (2) et Wenzel. Cet oxide est sans saveur et insoluble dans l'eau. Lorsqu'il est exposé à la lumière, une partie de son oxigène s'en sépare, ainsi que Schéele s'en est le premier assuré, et

(1) Beitrage. III. 199.
(2) *Opusc.* III. 591.

il se convertit en une poudre noire qui, ne contenant plus qu'une très-petite portion d'oxigène, peut être considérée comme l'argent réduit à l'état métallique. En exposant également à la lumière du soleil une dissolution d'argent dans l'acide nitrique, l'argent s'en précipite sous la forme d'une poudre brune.

[*Sa combinaison avec les combustibles.*] 6. On n'a point encore combiné l'argent ni avec le charbon ni avec l'hydrogène; mais son union avec le soufre et le phosphore est facile et prompte.

[*Sulfure.*] 7. En metttant couches par couches dans un creuset des morceaux de soufre et des lames d'argent, et en chauffant au rouge ce mélange, l'argent et le soufre se combinent en se fondant, et forment ainsi une masse de couleur noire ou violet très-foncé, susceptible d'être coupée au couteau, souvent cristallisée en petites aiguilles et plus fusible que l'argent. C'est le *sulfure d'argent.* Il se décompose facilement par l'action d'une chaleur suffisante; le soufre se volatilise peu-à-peu et l'argent reste à l'état de pureté. La nature offre souvent cette combinaison avec l'éclat métallique, de couleur gris foncé, et ayant la mollesse, la flexibilité, et la malléabilité du plomb. Sa pesanteur spécifique est d'environ 7.2, et sa composition, suivant l'analyse

de Klaproth, de

85 argent.
15 soufre.
———
100 (1).

D'où il suit que 100 parties d'argent sont susceptibles de se combiner avec environ 17.6 parties de soufre (2).

On sait que lorsque l'argent est resté pendant longtems exposé à l'air, et principalement dans des lieux fréquentés, comme les églises, les salles de spectacle, etc., il se forme à sa surface une couche de couleur violette qui en altère l'éclat et la malléabilité. Cette espèce d'enduit qu'on ne peut détacher de l'argent qu'en le ployant ou en le frappant avec un marteau, est, d'après l'examen qu'en a fait Proust, un *sulfure d'argent* (3), et provient de ce que la surface de l'argent en contact avec l'air a passé à l'état de sulfure.

[*Phosphure.*] Pelletier est le premier qui ait opéré la combinaison de l'argent avec le phos-

(1) Beitrage. I. 162.

(2) Dans les essais de Wenzel, 100 parties d'argent n'en prirent que 14.7 de soufre; mais il est probable que le degré de feu étoit trop fort. Werwandtchaft, p. 279, grindel's edition.

(3) Ann. de chim. I. 198.

phore, en mêlant et en chauffant ensemble dans un creuset 30.594 gram. d'argent, pareille quantité de verre phosphorique, et 7.659 grammes de charbon. Le *phosphure d'argent* qu'il avoit ainsi obtenu étoit de couleur blanche, il paroissoit grenu ou comme cristallisé. Il se brisoit sous le marteau; mais il pouvoit être entamé par la lame d'un couteau. Il étoit composé de quatre parties d'argent et d'une de phosphore. Le phosphore s'en séparoit par la chaleur (1). Pelletier a observé que l'argent en fusion se combinoit en plus grande dose avec le phosphore que lorsqu'il est à l'état solide; car en formant le phosphure d'argent par la projection dans ce métal en fusion de petits morceaux de phosphore, il s'apperçut, après avoir retiré le creuset du feu pour le laisser refroidir, qu'il se dégageoit de l'argent une grande quantité de phosphore au moment où il cesse d'être fluide (2).

8. L'argent ne se combine pas avec les corps incombustibles simples, mais il forme des alliages avec le plus grand nombre des métaux.

[*Alliage avec l'or.*] 9. Homberg s'est assuré qu'en faisant fondre ensemble l'argent et l'or, ils se combinent et forment un alliage composé

---

(1) Pelletier, Ann. de chim. I. 73.

(2) Ann. de chim. XIII. 110.

d'une partie d'argent et de cinq d'or; car après avoir tenu ensemble en fusion pendant un quart d'heure parties égales d'or et d'argent, il trouva dans le creuset deux masses dont la partie supérieure étoit de l'argent pur, et celle inférieure la totalité de l'or combinée avec 0.16 d'argent. On peut cependant fondre en toutes proportions l'or avec l'argent, et avec des précautions convenables, les deux métaux restent combinés ensemble.

L'alliage de l'or et de l'argent est plus dur et plus sonore que l'or. La dureté de cet alliage est la plus considérable possible, quand il est composé de deux parties d'or et d'une d'argent (1), la densité de ces métaux est un peu diminuée (2) et la couleur de l'or est considérablement altérée, car elle devient sensiblement blanche par la combinaison d'une seule partie d'argent avec vingt d'or. L'alliage de l'argent et de l'or étant plus fusible que l'or, on s'en sert pour souder ensemble les pièces de ce métal.

[*Avec le platine.*] 10. Lorsqu'on fond ensemble, au moyen d'une très-forte chaleur, de l'argent et du platine, il en résulte un mé-

(1) Muschenbroeck.

(2) Hatchett.

lange moins ductile que l'argent, mais plus dur et moins blanc. En tenant ce mélange pendant quelque tems en fusion, le platine s'en sépare à raison de son poids, ce qui feroit supposer que ces deux métaux ont très-peu d'affinité entre eux ; et c'est en effet ce qu'avaient remarqué Scheffer et le docteur Lewis (1).

SECTION IV.

Du mercure.

1. Le mercure fut connu dès les tems les plus reculés et semble avoir été employé par les anciens, comme il l'est encore aujourd'hui, à appliquer l'or sur les autres corps, et à l'en séparer.

[*Propriétés.*] 1. Sa couleur est blanche et semblable à celle de l'argent, ce qui lui avoit fait donner les noms d'*hydrargirum*, *argentum vivum*, *vif argent*. Il est insipide et inodore ; il a beaucoup d'éclat, et lorsque sa surface n'est pas ternie, c'est un très-beau miroir.

2. Sa pesanteur spécifique est de 13.568 (2).

---

(1) Lewis's, *Philosop. Com.* p. 522.

(2) Cavendish et Brisson.

[*Son terme de congélation.*] 3. Le mercure diffère de tous les autres métaux par son état permanent de fluidité à la température ordinaire de l'atmosphère, mais il devient solide à un degré de froid suffisant, que Macnab, par des expériences faites à la baie d'Hudson, a trouvé être de —39°.44 cent. Cette congélation du mercure fut accidentellement découverte en 1759, par l'académie de Pétersbourg. Dans un tems de froid très-rigoureux, on fut curieux de connoître le degré qu'indiqueroit le thermomètre plongé dans un mélange de neige et de sel; on observa que le mercure y étoit stationnaire, même après que le thermomètre avoit été retiré du mélange. On en cassa la boule, et on trouva le mercure congelé en une masse solide. Cette expérience a été maintes fois répétée depuis, et spécialement en Angleterre. Le mercure se contracte considérablement au moment de sa congélation, circonstance qui avoit induit en erreur les premiers savans qui en avoient été les témoins. Le mercure, dans leurs thermomètres, s'abaissoit tellement avant d'arriver à cet état, qu'ils jugèrent que le froid auquel ils l'avoient exposé, étoit beaucoup plus considérable qu'il ne l'étoit réellement.

4. Le mercure solide s'étend sous le marteau et par conséquent il est malléable, mais ce degré

de malléabilité, non plus que ceux de sa ductilité et de sa ténacité, n'ont point été déterminés.

[*Son terme d'ébullition.*] 5. Le mercure entre en ébullition à la chaleur de 346°.66 centig. (1). On peut donc le réduire en totalité en vapeurs, ou le faire passer par la distillation d'un vaisseau dans un autre. On se sert avec avantage de ce moyen pour le purifier, en le séparant des différentes substances métalliques avec lesquelles il est souvent uni. Le mercure, à l'état de vapeur, est invisible comme l'air ordinaire. Il est, ainsi que lui, élastique et très-expansible par l'action du calorique. Geoffroy, sur l'invitation que lui en fit un alchimiste, en renferma une certaine quantité dans un globe de fer, fortement maintenu par des cercles du même métal, et il plaça ce globe dans un fourneau. A peine fut-il devenu rouge, qu'il éclata avec toute la violence d'une bombe, et tout le mercure fut dissipé (2).

[*Oxides.*] 6. L'eau n'a aucune action sur le mercure; lorsqu'il est exposé à l'air sa surface se ternit peu-à-peu, et se couvre d'une poudre noire qui provient de sa combinaison avec l'oxigène de l'atmosphère, mais cet effet, qui

---

(1) Crichton, Phil. Mag. XVI. 49.

(2) *Chimie* de Macquer.

ne se produit ainsi que très-lentement, est beaucoup plus prompt à l'aide de la chaleur, ou par l'agitation dans de grands vaisseaux remplis d'air. Par l'un et l'autre de ces moyens, le mercure est converti en un oxide. Cet oxide est de couleur rouge dans le premier cas, et noir dans le second. Ce métal ne paroît pas être capable de combustion, au moins aucun des moyens que j'ai eu plus particulièrement occasion d'essayer pour parvenir à le brûler n'a-t-il réussi. Les oxides de mercure connus jusqu'à présent sont au nombre de 4.

[*Protoxide.*] 7. Le protoxide en a été décrit avec soin par Boerhave. Il le forma en mettant un peu de mercure dans une bouteille qu'il attacha à une roue de moulin. Par l'agitation constante qu'il éprouva ainsi, il fut converti en une poudre noire sans aucun éclat métallique, d'une saveur cuivreuse, et insoluble dans l'eau, à laquelle il donna le nom d'*ethiops per se*. Cet oxide est composé, d'après les expériences de Fourcroy, de 96 parties de mercure et de 4 d'oxigène (1); en l'exposant à une forte chaleur l'oxigène s'en dégage, et le mercure est réduit à son état métallique. A une chaleur plus modérée, cet oxide se combine avec une

(1) Jour. des mines, an X, p. 285.

nouvelle dose d'oxigène et prend la couleur *rouge*. On peut obtenir l'oxide noir en agitant le mercure pur dans le gaz oxigène ou dans l'air ordinaire, ou en le triturant avec l'eau (1).

8. Chenevix s'est assuré qu'en dissolvant à froid du mercure dans l'acide nitrique et jusqu'à saturation, on forme un oxide composé de 89.3 de mercure et de 10.7 d'oxigène (2). Dans ce cas 100 parties de mercure s'unissent à 12 environ d'oxigène. Cet oxide ne pouvant pas être complètement séparé de sa dissolution dans l'acide, sans éprouver un changement dans sa composition, nous n'en connoissons jusqu'à présent ni la couleur ni les propriétés. Plusieurs chimistes pensent que c'est le même oxide que celui dont nous venons de parler sous la dénomination de *protoxide;* mais comme cette identité n'a pas été démontrée, et que par le résultat des expériences, il est reconnu que ces oxides contiennent une portion différente d'oxigène, il ne paroît pas convenable de les confondre ensemble. On peut observer d'ailleurs que le mercure pendant sa conversion en *oxide rouge* par la chaleur, passe par trois états différens. Il prend d'abord la forme d'une poudre noire; cette poudre

(1) *Institutiones chemiæ* de Wasserberg. II. 26.

(2) Phil. Trans. 1802.

devient ensuite *jaune*, et enfin *rouge*. La poudre jaune pourroit bien être l'oxide formé par la dissolution à froid du mercure dans l'acide nitrique.

[*Oxide rouge*.] 9. Lorsque le mercure, ou son protoxide, est exposé à une chaleur d'environ 315°.55 centig., il se combine avec une quantité additionnelle d'oxigène, prend une couleur rouge et se convertit en un oxide, que dans l'état actuel de nos connoissances nous devons considérer comme un *tritoxide*. On peut le former de deux manières. 1°. On met un peu de mercure dans un matras de verre à fond plat, dont le col est tiré en pointe à la lampe d'émailleur, pour en former un tube tellement étroit que le mercure ne puisse s'échapper, et qu'il suffise pour permettre l'accès de l'air extérieur. On place ce matras sur un bain de sable, on le chauffe jusqu'à faire bouillir le mercure, et on entretient constamment, pendant quelque tems, le feu à ce degré. La surface du mercure devient progressivement noire et ensuite rouge, en se combinant avec l'oxigène de l'air, et au bout de quelques semaines la totalité en est convertie en une poudre rouge, ou plutôt en petits cristaux d'une belle couleur rouge foncé. On appeloit autrefois l'oxide ainsi obtenu, *précipité per se*. 2°. En faisant évaporer à siccité la dissolution du mercure dans l'acide

nitrique, et en exposant le résidu à une chaleur forte, mais graduée, il prend une couleur écarlate brillante. La poudre ainsi obtenue est le *précipité rouge* ; elle a exactement les mêmes propriétés que l'oxide produit par le premier moyen (1). Cet oxide rouge a une saveur âcre et désagréable ; il agit comme les escarotiques sur la peau. Il est en quelque sorte soluble dans l'eau ; en le triturant avec du mercure il abandonne une partie de son oxigène, et le mélange prend différentes couleurs, suivant la proportion des ingrédiens. Lorsqu'on le chauffe avec de la limaille de zinc ou d'étain, il enflamme ces métaux. Il est composé, suivant Fourcroy, de 92 parties de mercure et de 8 d'oxigène (2) ; et d'après l'analyse de Chenevix, déja citée, de 85 de mercure et 15 d'oxigène.

C'est ici le lieu d'observer qu'on s'est assuré par beaucoup d'expériences, que l'oxide rouge de mercure, préparé à la manière ordinaire, n'est jamais pur, mais qu'il contient toujours une portion d'acide nitrique. Si on le dissout dans l'acide muriatique et qu'on le précipite de nouveau de cette dissolution, on l'obtient sous la

---

(1) *Voy.* la description de la méthode de fabriquer cet oxide par Payssé. Ann. de chim. LI. 202.

(2) Jour. des mines, an X, p. 283.

forme d'une poudre blanche qui retient encore une portion d'acide muriatique. C'est dans cet état qu'il fut examiné par Chenevix, et c'est à la difficulté qu'il y a de se procurer cet oxide parfaitement pur, à l'incertitude où l'on est sur la proportion de l'acide retenu, qu'on doit attribuer la différence qui existe dans les résultats obtenus par les différens chimistes qui ont cherché à en établir la composition.

10. Lorsqu'on fait passer un courant de gaz oximuriatique à travers de l'eau qui tient de l'oxide rouge de mercure, l'oxide prend insensiblement une couleur brune foncée, et il s'en dissout une portion. Cette poudre brune conserve la forme et l'apparence cristalline de l'oxide rouge. L'acide nitrique la dissout sans effervescence. Elle forme, avec l'acide muriatique, le même composé que l'oxide rouge, et la potasse la précipite, de l'une et l'autre de ces dissolutions, en poudre jaune, comme le seroit l'oxide rouge qui auroit été dissous dans ces acides. Il n'y a donc rien autre chose que la couleur nouvelle qui puisse nous faire supposer que la poudre brune est un oxide différent du rouge. Cependant M. Chenevix (1), à qui nous sommes redevables de tous

(1) Philos. Trans. 1802.

ces faits, inclinoit à considérer cet oxide comme distinct.

[*Combinaison avec les combustibles.*] 11. Le mercure ne se combine ni avec le carbone ni avec l'hydrogène; mais il s'unit facilement avec le soufre et le phosphore.

[*Sulfure noir.*] 12. En triturant ensemble dans un mortier deux parties de soufre et une de mercure, ce métal disparoît successivement, et le tout prend la forme d'une poudre noire, qu'on appeloit autrefois *éthiops minéral.* Il n'est guère possible de combiner de cette manière assez complètement le mercure avec le soufre, pour qu'on n'apperçoive pas encore, à l'aide du microscope, de petits globules du métal. On forme le même composé en faisant couler lentement dans du soufre fondu une quantité égale de mercure, et en agitant continuellement le mélange. En chauffant cet oxide, une portion du soufre se dissipe, ce qui reste prend une couleur violette.

Fourcroy avoit présumé que dans ce composé, le mercure est à l'état d'oxide noir, absorbant, pendant sa combinaison avec le soufre, la portion d'oxigène de l'atmosphère qui lui est nécessaire (1), mais les expériences

(1) Fourcroy. V. 298.

de Proust ont fait voir qu'il n'en étoit pas ainsi (1); Berthollet avoit conjecturé que l'éthiops minéral contenoit de l'hydrogène sulfuré. Cette opinion, suivant Seguin, n'étoit pas fondée (2). C'est donc alors tout simplement un *sulfure de mercure*, dans lequel la proportion du soufre est plus grande, et l'union probablement moins intime.

[*Sulfure rouge.*] 13. L'éthiops minéral, chauffé au rouge, se sublime, et en le recevant dans des vaisseaux convenables, on obtient une substance en pains d'une belle couleur rouge qu'on appeloit autrefois *cinnabre*, et dans le commerce *vermillon*, lorsqu'elle étoit réduite en poudre fine (3). On avoit jusqu'à présent considéré le cinnabre comme étant un composé d'oxide de mercure et de soufre, mais il a été démontré, par les expériences de Proust, que le mercure qu'il contient est à l'état métallique, et que sur 100 parties il y en a 85 de mercure

(1) Journ. de phys. LIII. 92.

(2) Statique chimique. II. 438.

(3) Le mot *vermillon* dérive du mot français *vermeil*, qui vient de *vermiculus* ou *vermiculum*, noms donnés dans le moyen âge au *kermès* ou *coccus ilicis*, bien connu comme teinture rouge. Le *vermillon* signifioit donc originairement la teinture rouge du kermès. *Voy.* Histoire des Découvertes de Beckman. II. 180.

et 15 de soufre (1), c'est donc un *sulfure de mercure*.

Ce sulfure de mercure est d'une couleur écarlate plus ou moins belle selon la manière dont il a été préparé. Sa pesanteur spécifique est d'environ 10. Il est sans saveur, inaltérable à l'air, insoluble dans l'eau et dans l'acide muriatique. Chauffé à un degré suffisant de chaleur, il prend feu et brûle avec une flamme bleue. Si on le mêle avec moitié de son poids de limaille de fer, et qu'on distille le mélange, le soufre se combine avec le fer, et le mercure passe dans le récipient qui doit contenir de l'eau. On peut obtenir par ce procédé le mercure à l'état de pureté. Ce sulfure de mercure est d'un usage bien connu (2).

On peut préparer le cinnabre de plusieurs autres manières. La plus simple de toutes est le procédé dernièrement indiqué par M. Kirchoff. Il consiste à triturer ensemble dans une coupe de porcelaine, avec un pilon de verre 15.934 grammes de mercure et 3.611 grammes de soufre, le tout humecté de quelques gouttes

(1) Journ. de phys. LIII. 92.

(2) *Voy.* une description du procédé de sa préparation par Payssé, Ann. de chim. LI. 196. Et par Tukert, *Ibid.* IV. 25.

d'une dissolution de potasse. Au bout de quelque tems l'éthiops minéral est formé. On y ajoute alors 8.498 grammes de potasse dissoute dans une quantité égale d'eau, et on expose le vaisseau qui contient le mélange à la flamme d'une bougie, en continuant la trituration sans interruption.* A mesure que l'évaporation du liquide a lieu, on ajoute, de tems en tems, de l'eau pure, de manière que l'oxide soit constamment recouvert du liquide à la hauteur d'environ 27 millimètres. Après deux heures de trituration soutenue, et ordinairement quand une grande partie du fluide est évaporée, la couleur noire du mélange commence à devenir brune, et elle passe alors très-rapidement au rouge. Il ne faut plus ajouter d'eau, mais la trituration doit être continuée. Lorsque la masse a acquis la consistance d'une gelée, la couleur rouge devient de plus en plus brillante, et cela avec un degré de vîtesse remarquable. A l'instant où cette couleur est la plus belle possible, il faut retirer la coupe de dessus la flamme, autrement elle deviendroit promptement d'un brun sale. M. le comte de Mussin-Puschkin a reconnu qu'on pouvoit prévenir ce changement de couleur en retirant le mélange du feu dès qu'il a acquis la couleur rouge, et en le maintenant pendant deux ou trois jours

à une chaleur modérée. La couleur rouge s'améliore graduellement, et acquiert à la fin le degré de beauté desirable ; il faut avoir soin d'ajouter au mélange quelques gouttes d'eau , et de le remuer de tems en tems. M. Mussin-Puschkin, reconnut également qu'en chauffant fortement ce sulfure de mercure , il devient à l'instant brun et passe au violet foncé. Lorsqu'on l'a retiré du feu , il prend aussitôt une belle couleur rouge de carmin (1).

[*Phosphure.*] 14. Pelletier, après avoir essayé plusieurs fois sans succès de combiner le mercure avec le phosphore, y parvint à la fin en distillant un mélange d'oxide rouge de mercure et de phosphore. Une portion du phosphore se combina avec l'oxigène de l'oxide , et fut convertie en acide phosphorique, et le mercure dépouillé d'oxigène , s'unit au reste du phosphore. Il observa que le mercure s'étoit converti en une poudre noire avant de se combiner avec le phosphore. En faisant l'expérience , j'ai trouvé que le phosphore se combine très-promptement avec l'oxide noir de mercure lorsqu'on les fond ensemble dans une cornue remplie de gaz hydrogène , afin d'éviter que le phosphore ne brûle ; et comme Pelletier n'avoit pas

(1) Nicholson's, *Jour.* II. 10.

réussi en essayant de combiner le phosphore avec le mercure à l'état métallique, on en doit conclure que ce n'est pas avec le mercure, mais bien avec l'oxide noir de mercure que le phosphore se combine. Le composé formé n'est donc pas *le phosphure de mercure*, mais *l'oxide noir phosphuré de mercure*.

Ce composé est d'une couleur noire, d'une consistance assez solide, et peut se couper au couteau. Exposé à l'air, il y répand des vapeurs qui ont l'odeur du phosphore (1).

15. Le mercure ne se combine point avec les corps incombustibles simples.

[*Amalgames.*] Il forme avec le plus grand nombre des métaux, des combinaisons connues en chimie sous le nom d'*amalgames*.

[*D'or.*] L'amalgame du mercure avec l'or se forme très-promptement à raison de l'affinité très-forte qui existe entre les deux métaux. Si on plonge une pièce d'or dans du mercure, sa surface en se combinant avec ce métal, devient blanche comme de l'argent. Le moyen le plus facile de former cet amalgame, est de jeter de petits morceaux d'or rougis au feu dans du mercure chauffé jusqu'à ce qu'il commence à fumer. On ne peut guère déterminer dans ce

(1) Ann. de chim. XIII. 122.

cas les quantités d'or et de mercure, parce que ces métaux se combinent en toutes proportions. En passant cet amalgame, qui est d'un blanc d'argent, à travers une peau, l'excès de mercure est séparé, on a un amalgame blanc qui devient peu-à-peu solide, et qui consiste dans environ deux parties d'or et une de mercure. Il fond à une température médiocre. Lorsqu'on le chauffe, le mercure s'évapore avant que la chaleur soit poussée au rouge, et il abandonne l'or dans son état de pureté. On emploie beaucoup cet amalgame pour la dorure. On l'étend sur le métal qu'on veut dorer, on en dégage ensuite le mercure par l'application d'une chaleur modérée et égale, et l'or reste adhérent à la surface du métal. On frotte alors cette surface sous l'eau avec une brosse de fils de laiton, et on la brunit (1).

[*De platine.*] Lewis et Scheffer (2) essayèrent d'amalgamer le mercure et le platine, ils n'y réussirent qu'imparfaitement. Guyton-Morveau est parvenu à les combiner par l'action du calorique. Il fixa un petit cylindre de platine au fond d'un matras de verre, et le couvrit

(1) *Chimie métallurgique* de Gellert. 375. Et *Philos. Com.* de Lewis, p. 75.

(2) Lewis, *Phil. Com.* p. 508.

de mercure. Il fit ensuite chauffer le vaisseau sur un bain de sable en y maintenant constamment le mercure à l'état d'ébullition. Ce métal se combina par degrés avec le platine, le poids du cylindre fut doublé et il devint cassant. En chauffant fortement cet amalgame, le mercure en étoit séparé, et le platine restoit en partie oxidé. Il est remarquable que le platine, nonobstant sa pesanteur spécifique supérieure, surnageoit toujours le mercure, c'est ce qui mit Guyton-Morveau dans la nécessité de le fixer au fond du vaisseau (1).

Le moyen le plus simple et le plus aisé de combiner ensemble le platine et le mercure, est celui indiqué par Mussin-Puschkin. Il consiste à triturer avec le mercure la poudre qu'on obtient en précipitant le platine de sa dissolution dans l'acide nitro-muriatique par le muriate d'ammoniaque, et à faire subir au mélange une chaleur graduée. Il est nécessaire de triturer un peu pour déterminer la combinaison, mais une fois qu'elle a commencé d'avoir lieu, elle s'opère rapidement. On ajoute alternativement de petites quantités de platine et de mercure jusqu'à ce que les proportions convenables de l'amalgame soient atteintes. On en

(1) Ann. de chim. XXV. 12.

sépare l'excès de mercure en le passant à travers une peau. Cet amalgame, ainsi obtenu, est d'une belle couleur d'argent, et n'est pas susceptible de se ternir. Il est d'abord mou, mais il acquiert progressivement de la dureté.

[*D'argent.*] L'amalgame de mercure et d'argent s'obtient de la même manière et aussi facilement que celui de mercure et d'or. Il contient, suivant les académiciens de Dijon, huit parties de mercure et une d'argent. Il est de couleur blanche et de consistance toujours molle. Sa pesanteur spécifique est supérieure à celle moyenne des deux métaux. Gellert a même remarqué qu'en en mettant dans du mercure pur, il tombe au fond de ce liquide (1).

Lorsqu'on le chauffe suffisamment, le mercure est volatilisé, et l'argent reste pur. On emploie quelquefois cet amalgame comme celui de l'or pour couvrir d'une légère enveloppe d'argent les surfaces de métaux moins précieux.

---

(1) *Chimie métallurgique* de Gellert. 142.

SECTION V.

Du palladium.

Cette substance métallique, récemment découverte par le docteur Wollaston, a donné lieu à une discussion très-extraordinaire qui n'est pas encore terminée.

[*Histoire.*] Au mois d'avril 1803, il circula à Londres une notice imprimée, annonçant qu'un nouveau métal appelé *palladium* ou *nouvel argent*, se vendoit chez M. Forster dans la rue Gérrard. On y indiquoit plusieurs propriétés du métal, mais on n'y faisoit aucune mention du nom de celui qui l'avoit découvert, et on n'y donnoit aucune information qui pût faire conjecturer quelle étoit son origine.

Cette manière inusitée de donner connoissance d'une découverte aussi importante à la science, parut suspecte à M. Chenevix, et dans l'intention de dévoiler l'imposture dont un semblable avis lui sembloit avoir le caractère, il entreprit une série d'expériences dont les résultats furent publiés dans les Transactions Philosophiques de l'année 1803. Il crut pouvoir en conclure que le palladium est composé de platine et de mercure. Il trouva différentes

méthodes pour unir ensemble ces deux métaux, mais il ne put réussir à décomposer l'alliage formé par cette union, ou à réduire le palladium à ses parties constituantes. Les conséquences très-extraordinaires qu'on tiroit de ces expériences et des assertions de Chenevix, attirèrent aussitôt l'attention de tous les chimistes sur ce sujet. Le docteur Wollaston, et M. Smithson-Tennant, annoncèrent bientôt après, qu'ayant répété les expériences de M. Chenevix, elles ne leur avoient pas réussi, et qu'il y avoit lieu de croire qu'il s'étoit trompé. Le docteur Wollaston lui apprit qu'il avoit découvert de petites quantités de palladium dans le platine brut, et lui annonça que dans ses expériences elles étoient provenues de cette source. Cependant M. Chenevix n'en persistoit pas moins dans sa première opinion. Quelques mois après, l'auteur inconnu de la découverte, publia une lettre dans laquelle, après avoir contesté l'exactitude des expériences de Chenevix, il affirmoit que le palladium ne pouvoit être artificiellement produit, et offroit une prime de vingt guinées à qui en pourroit faire vingt grains, (1.062 gram.) soit par les moyens indiqués par Chenevix, soit par toute autre méthode. La somme fut en effet déposée, mais personne ne se présenta pour réclamer la récompense.

En France, Morveau répéta les expériences de Chenevix, et il donna connoissance à l'Institut de plusieurs de leurs résultats. Il assura, qu'en général, ils coïncidoient avec ceux qu'avoit obtenus le chimiste anglais; mais Fourcroy et Vauquelin ayant poussé plus loin leurs recherches sur ce sujet, elles les portèrent à conclure que le mercure n'entre point dans la composition du palladium.

En Allemagne, Rose, Gehlen, et Richter, s'occupèrent aussi d'expériences semblables, mais aucun d'eux ne put parvenir à former artificiellement le palladium. Celles de Trommsdorff, et de Klaproth, n'eurent pas un meilleur succès, et moi-même je n'ai pas été plus heureux dans mes essais pour obtenir les résultats de Chenevix.

Toutes ces tentatives ayant également échoué, les chimistes crurent devoir suspendre leur jugement, et même présumer que M. Chenevix s'étoit laissé aller à quelque induction erronnée. Cette opinion porta naturellement celui-ci à revenir sur ce sujet, à examiner avec plus de précision l'action mutuelle du platine et du mercure, et à s'assurer des circonstances dont leur union dépend. Ces nouvelles expériences furent envoyées à la Société royale de Londres et lues à l'une de ses séances de janvier 1805. La se-

maine suivante le docteur Wollaston lut un mémoire sur le palladium, dans lequel, en justifiant la conduite de l'auteur inconnu de la découverte, il déduisoit les motifs qu'il avoit de croire qu'il l'avoit retiré du platine brut. Il terminoit par avouer qu'il étoit lui-même cet auteur anonyme; qu'il avoit constamment séparé le palladium du platine brut dans une longue suite d'expériences, mais que des anomalies qui s'étoient présentées dans plusieurs circonstances l'avoient déterminé à agir ainsi qu'il l'avoit fait, afin de se réserver le loisir d'examiner, et d'expliquer tous les phénomènes, avant de se hasarder à en publier l'exposé sous son propre nom.

D'après cet aveu du docteur Wollaston, le motif des premières expériences de Chenevix, qui avoient pour but de prouver que le palladium étoit un alliage artificiel, et que l'auteur de la découverte en avoit frauduleusement imposé au public, devint sans objet. Il est actuellement connu que le palladium existe dans le platine brut, et que le docteur Wollaston l'a extrait de ce minéral. Ainsi donc, puisque le palladium existe dans une substance naturelle, puisque personne n'est encore parvenu à le décomposer, puisque tous les essais pour le former par aucune des méthodes indiquées par

Chenevix ont été sans succès, nous ne pouvons nous dispenser de le considérer comme un métal distinct. M. Chenevix n'en persiste pas moins toujours dans sa première opinion sur ce métal, même depuis qu'il connoît la véritable histoire de sa découverte; mais il ne peut s'attendre à voir partager cette opinion par d'autres, tant qu'il ne présentera pas une méthode au moyen de laquelle ses expériences puissent être répétées avec un plein succès. Il est cependant juste d'observer qu'encore que M. Chenevix ne parvienne pas à vérifier ses conclusions dans toute leur étendue, les expériences de ce chimiste habile n'en seront pas moins d'une grande importance, en ce qu'elles ont mis les chimistes sur la voie d'examiner l'action mutuelle des métaux entre eux, et les composés qu'ils sont capables de former dans diverses circonstances; recherches qui pourront aboutir à la réduction du nombre des métaux simples, qui semblent actuellement se multiplier presque sans limites.

[*Préparation.*] 1. Le docteur Wollaston obtenoit le palladium du platine brut, par le procédé suivant.

En chauffant le platine au rouge, il en dégageoit le mercure, il en séparoit ensuite l'or et les autres impuretés, en le mettant en di-

gestion dans une petite quantité d'acide nitro-muriatique étendu. Il le traitoit alors avec l'acide nitro-muriatique affoibli, en le chauffant doucement au bain de sable jusqu'à ce que l'acide fût saturé et le platine dissous en totalité, à l'exception d'une poudre noire brillante qu'il séparoit de la dissolution. Il en précipitoit ensuite la presque totalité du platine en une poudre jaune, par une dissolution de muriate d'ammoniaque dans l'eau chaude. Dans la dissolution dont le platine avoit été ainsi séparé, il plongeoit un morceau de zinc, et l'y laissoit jusqu'à ce que le précipité de poudre noire qu'il y opéroit cessât d'avoir lieu. Cette poudre noire étoit ensuite lavée et traitée à une douce chaleur avec de l'acide nitrique très-étendu, afin d'en séparer le peu de cuivre et de plomb qui pouvoit y être mêlé. On lavoit alors ce qui en restoit, et on le mettoit en digestion dans l'acide nitro-muriatique affoibli, jusqu'à ce que la plus grande partie en fût dissoute. On ajoutoit un peu de muriate de soude à cette dissolution; on évaporoit doucement le tout jusqu'à siccité, et on lavoit à plusieurs reprises le résidu avec de petites quantités d'alcool, jusqu'à ce que ce liquide cessât d'être coloré. On obtenoit par ce moyen deux oxides métalliques combinés avec le muriate

de soude ; savoir, les oxides de platine et de palladium. On précipitoit le premier par une addition de muriate d'ammoniaque. On étendoit alors la dissolution, et on y ajoutoit une portion du sel appelé *prussiate de potasse*. Il se formoit un précipité de couleur orange foncée, passant au gris par la chaleur, et prenant l'apparence métallique. Cette substance est le palladium. On peut l'obtenir, en le chauffant avec du soufre et du borax, sous la forme d'un bouton métallique susceptible d'être forgé et laminé.

[*Propriétés.*] 2. Le palladium ainsi obtenu est un métal blanc qui, lorsqu'il est poli, a une très-grande ressemblance avec le platine.

3. Il est plus dur que le fer forgé. Sa pesanteur spécifique varie, suivant le docteur Wollaston, de 11.3 à 11.8, selon qu'il est écroui au marteau, ou laminé.

4. Il paroît être aussi malléable que le platine, mais peu élastique. Sa cassure est fibreuse et en stries qui semblent être composées de cristaux.

5. Le palladium ne s'altère point à l'air. Il exige, pour sa fusion, un très-violent degré de chaleur. M. Chenevix réussit à l'opérer ; mais il ne fut pas en son pouvoir d'évaluer la température au moyen de laquelle il y parvint.

[*Oxides.*] 6. Lorsqu'on le chauffe fortement, sa surface prend une couleur bleue ;

mais par l'augmentation de la chaleur, il reprend son premier éclat. Cette couleur bleue est indubitablement due à un commencement d'oxidation; mais on ne connoît encore ni les propriétés des oxides de ce métal, ni la proportion d'oxigène avec laquelle il se combine.

En faisant bouillir de l'acide sulfurique sur le palladium, cet acide acquiert une belle couleur rouge, et dissout une portion du métal.

L'acide nitrique agit plus puissamment encore sur le métal dont la dissolution se colore en rouge. L'acide muriatique mis en ébullition sur le palladium, l'attaque aussi, et la dissolution est d'un beau rouge; mais l'acide nitro-muriatique le dissout promptement avec une grande violence, sans le secours de la chaleur, et forme une dissolution rouge superbe. La potasse et l'eau de chaux précipitent le palladium de ces dissolutions. Ce sprécipités sont un oxide de palladium, de couleur orange fort belle, mais en état de combinaison avec une portion de l'acide dissolvant et des substances précipitantes.

7. On n'a pas essayé l'action de l'hydrogène sur le palladium. M. Chenevix ayant fondu ce métal dans un creuset de charbon, il n'éprouva aucune altération.

Le palladium s'unit très-facilement au soufre. Si, lorsqu'il est fortement chauffé, on y ajoute

un peu de soufre, il entre immédiatement en fusion, et le sulfure qui en résulte est plus blanc que le métal pur, et extrêmement cassant. Par la chaleur et l'exposition à l'air, le soufre se dissipe graduellement, et le métal reste à l'état de pureté.

8. L'azote n'agit probablement pas sur le palladium.

[*Ses alliages*] 9. M. Chenevix essaya de former des alliages du palladium avec différens métaux, et il obtint les résultats suivans:

[*Avec l'or.*] 1. Parties égales de palladium et d'or formèrent un alliage de couleur grise, dont la dureté étoit à-peu-près égale à celle du fer forgé. Cet alliage cédoit au marteau; mais il étoit moins ductile que l'un ou l'autre des deux métaux qui le composoient. Il se rompoit par des percussions répétées. Sa fracture étoit grossièrement grenue, et présentant des indices de cristallisation. Sa pesanteur spécifique étoit de 11.079.

[*Le platine.*] 2. Parties égales de platine et de palladium entrèrent en fusion à un degré de chaleur peu supérieur à celle capable de fondre le palladium seul. Cet alliage ressembloit au précédent par sa couleur et sa dureté, mais il étoit moins malléable. Sa pesanteur spécifique étoit de 15.141.

[*L'argent.*] 3. Avec son poids égal d'argent, le palladium donna un bouton de la même couleur que les alliages dont il vient d'être parlé, mais plus dur que l'argent, et moins que le fer forgé. Sa surface polie étoit semblable à celle du platine, mais plus blanche. Sa pesanteur spécifique étoit de 11.290.

[*Le cuivre.*] 4. L'alliage de parties égales de palladium et de cuivre étoit un peu plus jaune qu'aucun des alliages précédens, et se cassoit plus facilement. Il étoit plus dur que le fer forgé, et prenoit sous la lime une couleur plombée. Sa pesanteur spécifique étoit de 10.392.

[*Le plomb.*] 5. Le plomb augmente la fusibilité du palladium. Un alliage de ces métaux, en proportions indéterminées, étoit de couleur grise, et d'une fracture à grains fins. Il étoit plus dur que tous les autres, mais extrêmement cassant. Sa pesanteur spécifique étoit de 12.000.

[*L'étain.*] 6. Parties égales de palladium et d'étain donnèrent un bouton grisâtre, d'une dureté inférieure à celle du fer forgé. Il étoit très-cassant, d'une fracture compacte, et à grains fins. Sa pesanteur spécifique étoit de 8.175.

[*Le bismuth.*] 7. Avec son poids égal de

bismuth, le palladium donna un bouton encore plus cassant, et presqu'aussi dur que l'acier. Il étoit de couleur grise, mais plus foncée lorsqu'il étoit réduit en poudre. Sa pesanteur spécifique étoit de 12.587.

[*Le fer.*] 8. Le fer allié au palladium diminue sa pesanteur spécifique et le rend cassant. L'arsenic augmente sa fusibilité et le rend très-fragile (1).

SECTION VI.

Du rhodium.

La découverte qu'a faite le docteur Wollaston de ce métal dans le platine brut, postérieurement à celle du palladium, lui a rendu facile l'explication d'anomalies apparentes qui l'avoient embarrassé dans ses expériences sur le palladium.

[*Préparation.*] 1. On obtient ce métal du platine brut, en suivant exactement le procédé décrit dans la dernière section. En lavant à

---

(1) *Voy.* les *Recherches* de Chenevix, *concernant la nature d'une substance appelée palladium.* Phil. Trans. 1803. Et le *Mémoire* de Wollaston *sur un nouveau métal trouvé dans le platine brut. Ibid.* 1804.

plusieurs reprises, avec de petites quantités d'alcool, le résidu de la dissolution évaporée après y avoir ajouté du muriate de soude, il reste une substance d'une couleur rouge foncée, qui est l'oxide de rhodium uni au muriate de soude. En le dissolvant dans l'eau, il se forme, par l'évaporation graduée de cette dissolution, des cristaux rhomboïdaux d'un rouge foncé, dont les angles aigus sont d'environ 75°. On précipite de la dissolution de ces cristaux dans l'eau, au moyen d'une lame de zinc qu'on y plonge, une poudre noire, qui, fortement chauffée avec du borax, devient blanche, et acquiert le brillant métallique. Dans cet état, c'est le rhodium. Le platine brut en contient, d'après l'analyse de Wollaston, environ une partie sur 250.

[*Propriétés*] 2. Le rhodium ainsi obtenu est blanc. Sa pesanteur spécifique semble excéder un peu celle de 11.000. On n'a pu parvenir jusqu'à présent à le fondre, et par conséquent on ignore encore s'il est malléable. Cependant, comme il forme avec les autres métaux des alliages malléables, il est probable qu'on lui reconnoîtroit cette propriété si on réussissoit à en obtenir un bouton par la fusion.

[*Oxides.*] 3. L'air ne semble pas avoir d'action sur ce métal, même à l'aide de la chaleur,

et il n'est pas sensiblement attaqué par les acides; mais lorsqu'on dissout dans l'eau le sel rouge formé par l'union de l'oxide de rhodium avec le muriate de soude, la potasse en précipite le métal à l'état d'un oxide de couleur jaune; le muriate d'ammoniaque et le prussiate de potasse n'opèrent point le même effet sur cette dissolution, et c'est en quoi le rhodium diffère du platine et du palladium.

La dissolution évaporée de cet oxide de rhodium dans l'acide muriatique ne dónne point de cristallisation. Le résidu de cette évaporation est soluble dans l'alcool, et la dissolution est d'une couleur rose. Le muriate d'ammoniaque, le nitrate de potasse et le muriate de soude ne produisent aucun précipité dans la dissolution de l'oxide de rhodium dans l'acide muriatique, mais ils forment des sels triples insolubles dans l'alcool.

La dissolution de l'oxide de rhodium dans l'acide nitrique ne cristallise pas non plus. Une goutte de cette dissolution versée sur de l'argent pur n'y produit aucune tache. Elle précipite sur la surface du mercure une couche métallique, mais qui ne paroît pas avoir formé un amalgame. Le métal est aussi précipité par le cuivre et d'autres métaux, autant qu'on en peut juger par l'ordre ordinaire de leurs affinités pour les acides.

4. Le rhodium s'unit facilement au soufre qui, ainsi que le palladium, le rend fusible. Il en est de même de l'arsenic. On en dégage ensuite par la chaleur le soufre ou l'arsenic; mais le bouton métallique qu'on obtient n'est pas malléable.

[*Alliages*] 5. Les expériences faites par le docteur Wollaston sur l'alliage du rhodium avec les autres métaux, offrent les résultats suivans:

Il s'unit facilement avec tous les métaux qu'il essaya, excepté avec le mercure. Il forme, avec l'or et l'argent, des alliages très-malléables qui ne sont point oxidés à un très-grand degré de chaleur; mais qui, lorsqu'ils sont lentement refroidis, forment une espèce d'inscrustation d'oxide noir.

Lorsqu'on mêle une partie de rhodium avec quatre parties d'or, quoique l'alliage prenne au chalumeau la forme arrondie, il semble être cependant plutôt à l'état d'amalgame qu'à celui de fusion complète.

Six parties d'or et une de rhodium forment un composé d'une fusibilité parfaite, mais qui exige un degré de chaleur plus considérable que l'or fin. C'est dans cette circonstance sur-tout que le rhodium présente la différence la plus frappante d'avec le platine, puisque la couleur de cet alliage est telle qu'il est impossible de le distinguer de l'or fin, tandis, au contraire, que

la couleur d'un alliage d'or et de platine dans les mêmes proportions est presque blanche, et diffère très-peu de celle du platine. Ce fut le docteur Lewis qui remarqua le premier que la couleur d'un alliage de cinq parties d'or et d'une de platine est tellement affoiblie et devenue pâle, qu'on peut à peine juger à l'œil que le composé contient de l'or (1).

Le Dr. Wollaston trouva que le palladium a comme le platine cette propriété de détruire la couleur d'une grande quantité d'or. La couleur d'un alliage de six parties d'or et d'une partie de platine est presque blanche.

Lorsqu'il essaya de dissoudre un alliage d'argent ou d'or et de rhodium, le rhodium restoit inattaquable par les acides nitrique ou nitro-muriatique. Ce métal étoit également insoluble lorsqu'il avoit été fondu avec l'arsenic ou le souffre, ou qu'il avoit été simplement chauffé seul; mais en fondant une partie de rhodium avec 3 parties de bismuth, de cuivre ou de plomb, chacun de ces alliages pouvoit se dissoudre complètement dans un mélange de deux parties, en mesure, d'acide muriatique et d'une partie d'acide nitrique. Avec les deux premiers métaux, la proportion du mélange des deux

(1) *Phil. Comm.* de Lewis, p. 576.

acides ne sembloit pas être aussi essentielle qu'avec le plomb, mais le plomb paroissoit présenter l'avantage d'être le plus facilement séparé de l'alliage, lorsqu'il étoit réduit par l'évaporation en un muriate insoluble. Le muriate de rhodium avoit alors la même couleur et les mêmes propriétés que lorsqu'il est formé par l'oxide jaune précipité de la dissolution dans l'eau du muriate de soude et de rhodium (1).

SECTION VII.

De l'iridium.

[*Histoire.*] Ce métal avoit été découvert en 1803 par M. Smithson-Tennant; mais avant qu'il eût communiqué les résultats de ses expériences, il avoit paru dans les *Annales de Chimie* une dissertation de Descostils, sur le même sujet, qui devint ensuite l'objet des recherches plus étendues de Vauquelin et Fourcroy.

Lorsqu'on dissout à une chaleur modérée le platine brut dans l'acide nitro-muriatique, et spécialement dans cet acide étendu, il reste une

(1) *Voy.* le Mémoire du docteur Wollaston déja cité.

poudre noire brillante, en petites écailles, que les chimistes avoient prise par erreur, antérieurement à la découverte, pour du plomb noir. M. Tennant ayant examiné ces écailles, il trouva que leur pesanteur spécifique étoit de 10.7, et qu'elles consistoient en deux métaux inconnus unis ensemble. Il appela le premier de ces métaux *iridium*, à cause de la variété des couleurs qu'il communique à ses dissolutions; et l'autre *osmium*, parce qu'il exhale, lorsqu'on l'obtient, une odeur piquante et particulière qui sert à en faire distinguer les oxides, et qui est une de ses propriétés les plus caractéristiques. C'est aux chimistes français qu'appartient la découverte de l'iridium; mais ils commirent plusieurs erreurs dans l'examen qu'ils en firent. Celle du second métal est exclusivement due à M. Tennant.

Le docteur Wollaston reconnut dans le platine brut une autre substance qui ressembloit beaucoup en apparence aux grains de platine, mais qui en différoit entièrement par ses propriétés. Elle consiste en grains blancs souvent distinctement foliés : ces grains ne sont solubles dans aucun acide. Leur pesanteur spécifique est au moins de 19.25 et plus grande par conséquent que celle de tout autre minéral, puisque celle des grains de platine, d'après les essais qu'en avoit faits ce chimiste avec beaucoup d'exac-

titude, n'excédoit pas 17.5. Ces grains métalliques restoient séparés du platine lorsqu'on le dissolvoit par l'acide nitro-muriatique. Le docteur Wollaston s'est assuré qu'ils étoient un composé d'iridium et d'osmium. Ils sont donc de la même nature que la poudre noire examinée par M. Tennant.

[*Préparation.*] Pour séparer les deux métaux l'un de l'autre, on fait chauffer au rouge, dans un creuset d'argent, la poudre noire avec son poids égal de potasse, et on la tient pendant quelque tems dans cet état. En dissolvant alors la potasse dans l'eau, on obtient une liqueur de couleur orange foncée. On met ensuite en digestion dans l'acide muriatique la portion de la poudre qui est restée sans se dissoudre. Cet acide prend d'abord une couleur bleue qui passe au vert olive et devient enfin rouge foncé. On traite ainsi alternativement par la potasse et l'acide muriatique, chaque portion de poudre qui résiste à l'action de ces agens, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à la dissoudre en totalité. On obtient par ce procédé deux dissolutions, l'une alcaline et l'autre acide. La dissolution alcaline, de couleur orange foncée, contient principalement la potasse unie à l'oxide d'osmium, et celle acide, de couleur rouge foncée, consiste principalement aussi

dans l'union de l'acide muriatique et de l'oxide d'*iridium*.

1. En évaporant à siccité cette dernière dissolution, en dissolvant le résidu dans l'eau et évaporant de nouveau, on obtient des cristaux de forme octaèdre, qui, dissous dans l'eau, donnent une liqueur d'un rouge foncé, dans laquelle on précipite l'iridium en une poudre noire, en y plongeant une plaque de zinc, de fer, ou même de tout autre métal, excepté l'or et le platine. Cette poudre noire devient blanche par la chaleur et acquiert l'éclat métallique; dans cet état, c'est l'iridium pur. On peut également l'obtenir ainsi en exposant les cristaux octaèdres à une chaleur assez forte pour en chasser l'oxigène et l'acide muriatique.

[*Propriétés.*] L'iridium est à-peu-près blanc comme le platine, et semble résister à l'action de la chaleur au moins aussi fortement que ce métal, car ni les chimistes français, ni M. Tennant n'ont pu parvenir à le fondre. Vauquelin le considère comme étant fragile, et même comme communiquant cette propriété au platine; mais comme on ne l'a pas obtenu en bouton métallique, et qu'il forme avec tous les métaux essayés des alliages malléables, cette propriété ne semble pas suffisamment établie. Ce métal est inattaquable par tous les acides, même par

l'acide nitro-muriatique qui n'a qu'une très-foible action sur lui, puisque 300 parties de cet acide suffisent à peine pour en dissoudre une d'iridium (1).

[*Oxides.*] 2. L'iridium est, ainsi que tous les autres métaux, susceptible de s'unir à l'oxigène; mais il semble que son affinité pour ce principe est très-foible. Les phénomènes de sa dissolution dans l'acide muriatique indiquent qu'il peut se combiner avec l'oxigène au moins dans deux proportions différentes, et former ainsi deux oxides. Sa première dissolution dans l'acide muriatique est d'un bleu foncé; dans cet état, il semble être oxidé au minimum. En étendant d'eau cette dissolution de couleur bleue, elle devient verte. Si on la laisse exposée à l'air, ou qu'on y ajoute de l'acide nitrique, elle devient d'un rouge obscur. Dans cet état, le métal paroît être combiné avec l'oxigène au maximum.

La plupart des métaux détruisent la couleur de ces dissolutions en privant l'iridium de son oxigène et en le précipitant à l'état métallique. L'infusion de noix de galle, et le prussiate de potasse les décolorent également, mais sans former aucun précipité. Les alcalis précipitent l'oxide

(1) Fourcroy et Vauquelin, Ann. de chim. XXII.

d'iridium, mais ils en retiennent une portion en dissolution.

3. Les corps combustibles simples ne semblent avoir que très-peu d'action sur l'iridium. M. Tennant essaya sans succès de l'unir au soufre.

[*Alliages.*] 4. Les expériences que fit M. Tennant pour former des alliages de l'iridium avec las autres métaux lui donnèrent les résultats suivans :

Il ne put le combiner avec l'arsenic. Le plomb s'y unit facilement; mais on l'en sépare par la coupellation, et l'iridium reste sur la coupelle sous l'apparence d'une poudre noire grossière. Le cuivre forme avec l'iridium un alliage très-malléable qui, traité à la coupelle avec une addition de plomb, laisse une petite portion de l'iridium, mais beaucoup moindre que dans le cas précédent. Avec l'argent, l'iridium forme un composé qui demeure parfaitement malléable. L'iridium n'en peut être séparé par la coupellation; mais il donne à la surface du bouton une teinte foncée ou terne. Il ne paroissoit pas être parfaitement combiné avec l'argent, mais seulement disséminé à travers sa substance à l'état d'une poudre fine. L'or allié avec l'iridium n'en peut être désuni par la coupellation ni par la quartation avec l'argent. Ce composé étoit malléable et différoit peu par sa couleur de l'or

pur, quoique la proportion de l'alliage fût très-considérable. Si on dissout l'or ou l'argent, l'iridium reste sous la forme d'une poudre noire (1).

Descostils ne put réussir à obtenir ce métal séparé; mais il démontra que la couleur rouge que prennent quelquefois les précipités du platine est due à la présence de l'iridium (2).

Fourcroy et Vauquelin ont confondu ensemble les propriétés de l'osmium et de l'iridium, attribuant celles de l'un et de l'autre de ces métaux à l'iridium, auquel cependant ils n'avoient pas donné de nom (3).

SECTION VIII.

De l'osmium.

[*Découverte.*] C'est à M. Tennant que nous sommes entièrement redevables de la découverte

---

(1) *Voy.* le Mémoire de Tennant sur *deux métaux trouvés dans la poudre qui reste après la dissolution du platine.* Trans. Phil. 1804.

(2) Annales de chimie. XLVIII. 153.

(3) *Ibid.* XLIX. 177, et L. 5.

de cette singulière substance métallique. Fourcroy et Vauquelin remarquèrent bien quelques-unes de ses propriétés, mais ils les attribuèrent à l'iridium.

On sépare l'osmium de l'iridium par le procédé décrit dans la précédente section, et on l'obtient de la dissolution alcaline, à laquelle il communique la couleur jaune. Aussitôt que cette dissolution alcaline est formée, il s'exhale une odeur piquante et particulière que Fourcroy et Vauquelin comparent à celle de l'acide oximuriatique, (acide muriatique oxigéné.) C'est à raison de cette odeur qui constitue une des propriétés les plus remarquables de l'oxide métallique, que M. Tennant fut porté à donner à ce métal le nom d'*osmium*.

[*Préparation.*] 1. Il suffit pour obtenir l'oxide d'osmium à l'état de séparation, d'ajouter de l'acide sulfurique à la dissolution alcaline, et de procéder à la distillation à une douce chaleur. Il passe un liquide incolore qui est l'oxide dissous dans l'eau. Ce liquide a une saveur douceâtre et une forte odeur. Il ne rougit point le papier de tournesol.

On peut encore obtenir l'oxide d'osmium dans un état de plus grande condensation, en distillant avec du nitrate de potasse la poudre noire qui reste après la première dissolution du platine

brut. Au degré de chaleur inférieur à celui qui feroit rougir la cornue, il se sublime dans le col de ce vaisseau un fluide d'apparence huileuse, mais qui, en se refroidissant, forme une masse solide demi-transparente dont la dissolution dans l'eau manifeste les mêmes propriétés que celle obtenue par le procédé qui vient d'être décrit.

En agitant avec du mercure ces dissolutions, elles perdent l'odeur qui leur est particulière, et l'osmium, réduit à l'état métallique, forme un amalgame avec le mercure. On l'en sépare par la distillation, et l'osmium reste à l'état de pureté.

[*Propriétés.*] L'osmium est de couleur grise foncée ou bleue; il a le brillant métallique. Si on le chauffe à l'air, il s'évapore en exhalant l'odeur qui lui est particulière; mais si on l'expose à la chaleur dans des vaisseaux clos, en prévenant avec soin l'oxidation, le métal ne paroît pas être volatil.

En chauffant au blanc ce métal dans un creuset de charbon, on n'a pu parvenir à le fondre, ni même à lui faire éprouver le moindre changement apparent.

L'osmium ne paroît pas susceptible d'être attaqué par les acides. L'acide nitro-muriatique n'a pas même d'action sur ce métal à l'aide du calorique; mais en le chauffant avec la potasse, il s'y

combine, et ce mélange, dissous dans l'eau, donne à la liqueur une couleur jaune orangé.

[*Oxides.*] 2. La facilité avec laquelle l'osmium s'oxide lorsqu'il est chauffé à l'air ou fondu avec la potasse, quoiqu'il résiste à l'action des acides, est une des particularités caractéristiques de ce métal qui le distinguent de tous les autres.

La grande volatilité de cet oxide, son odeur particulière, sa solubilité dans l'eau, sa saveur douceâtre et la couleur jaune qu'il prend avec la potasse, sont autant de rapports sous lesquels il ne diffère pas moins des autres substances métalliques.

Sa dissolution forme sur la peau des taches de couleur foncée qui n'en peuvent être effacées. L'infusion de noix de galle change immédiatement la couleur de sa dissolution qui passe d'abord au pourpre et bientôt après au bleu vif foncé. Ce moyen peut aisément servir à faire reconnoître un mélange d'iridium et d'osmium. La dissolution de l'iridium ne paroît pas altérée par son mélange avec l'oxide d'osmium; mais en y ajoutant une infusion de noix de galle, la couleur rouge du premier métal est à l'instant détruite, et bientôt les couleurs pourpre et bleue du dernier apparoissent. Lorsqu'on ajoute de l'alcool ou de l'éther à la dissolution de l'oxide d'osmium dans l'eau, la couleur de cette

dissolution devient foncée, l'oxide est réduit et se précipite en flocons noirâtres.

L'oxide d'osmium paroît partager son oxigène avec tous les métaux, excepté l'or et le platine. L'argent conservé pendant quelque tems dans une dissolution de cet oxide, acquiert une couleur noire, mais il ne la dépouille pas entièrement de son odeur. Le cuivre, l'étain, le zinc, et le phosphore, produisent promptement dans la dissolution de l'oxide d'osmium une poudre noire ou grise, et lui enlèvent toute son odeur ainsi que la propriété de passer au bleu par l'infusion de noix de galle. Cette poudre noire, qui consiste dans l'osmium à l'état métallique et dans l'oxide du métal employé à le précipiter, peut être dissoute dans l'acide nitro-muriatique, et alors la dissolution devient bleue par l'addition d'une infusion de noix de galle.

3. On n'a pas essayé l'action des corps combustibles simples sur l'osmium.

[*Alliages.*] 4. Nous ne connoissons pas non plus beaucoup de ses combinaisons avec les métaux. Il s'amalgame avec le mercure. En le chauffant avec le cuivre et l'or dans un creuset de charbon, il se fond avec l'un et l'autre de ces métaux, et forme avec eux des alliages parfaitement malléables. Ces composés se dissolvent aisément dans l'acide nitro-muriatique et donnent

par la distillation l'oxide d'osmium avec ses propriétés ordinaires.

SECTION IX.

Du cuivre.

Le cuivre est, après l'or et l'argent, le métal le plus anciennement connu. Dans les premiers siècles du monde, et avant que l'art de travailler le fer fût inventé, c'est principalement avec le cuivre que se fabriquoient les ustensiles domestiques et les instrumens de guerre. Nous voyons dans Homère que pendant la guerre de Troye, toutes les armes des combattans étoient de bronze, qui est un mélange de *cuivre* et *d'étain*. Le mot *cuivre* dérive de celui *Cyprus*, nom latin de l'île où ce métal fut d'abord découvert, ou au moins où les Grecs commencèrent à le travailler.

[*Propriétés.*] 1. Le cuivre est un métal très-brillant, d'une belle couleur rouge. Sa saveur est stiptique. Lorsqu'il a été tenu et frotté pendant quelque tems dans les mains, il leur communique une odeur particulière désagréable.

2. Sa dureté est 7.5, sa pesanteur spécifique varie suivant les différens états dans

lesquels il se trouve. Celle du cuivre le plus pur que Lewis put se procurer étoit de 8.830 (1). M. Hatchett porte à 8.895 (2) celle du plus beau cuivre en grains de Suède, et Cronstedt évalue à 9.000 la pesanteur spécifique du cuivre du Japon. Il est probable que les échantillons qu'on a trouvés être d'une pesanteur spécifique inférieure n'étoient pas purs.

3. Le cuivre est très-malléable. On peut le réduire en feuilles tellement minces qu'elles soient susceptibles d'être emportées par le souffle le plus léger. Il est aussi très-ductile. Sa ténacité est telle qu'un fil de ce métal de 2 millimètres de diamètre est capable de supporter sans se rompre un poids de 137,399 kil. (3).

Le cuivre fond à une température exprimée par 27 degrés du pyromètre de Wedgewood, évaluée par Mortimer à 1450°. de Farenheit (805°.55 centig.) (4). Lorsque dans cet état on

---

(1) *Chimie* de Neuman, p. 61.

(2) Sur *l'Alliage de l'or*, p. 50. Bergman établit la pesanteur spécifique du cuivre de Suède à 9.3243. *Opusc.* II. 263.

(3) Sickingen, Ann. de chim. XXV. 9.

(4) Phil. Trans. XLIV. 672. Cette évaluation, par Mortimer, paroît bien foible. Elle devroit être, à raison de 56° de Réaumur par chaque degré du pyromètre de Wedgewood, de 1512°; à quoi ajoutant 464° pour la

augmente la chaleur, il se volatilise en fumée visible. Lorsqu'il est en fusion, sa surface paroît être d'un vert bleuâtre, à-peu-près comme celle de l'or fondu (1). Il prend, en refroidissant lentement, la forme cristalline. Mongez, à qui nous sommes redevables de beaucoup d'expériences importantes sur la cristallisation des métaux, en obtint ainsi du cuivre en pyramides quadrangulaires, insérées souvent les unes dans les autres.

Le cuivre n'est pas altéré par l'eau, qu'il ne peut décomposer, même lorsqu'il est chauffé au rouge, qu'avec le concours de l'air; et, dans ce cas, la surface du métal s'oxide. On peut remarquer tous les jours que lorsque l'eau a séjourné pendant quelque tems dans un vaisseau de cuivre, la portion de ce vaisseau qui est en contact avec la surface de l'eau, se recouvre d'une couche verdâtre, connue sous le nom de *vert-de-gris*.

[*S'oxide.*] Le cuivre exposé à l'air se ternit par degrés; il devient brun et finit par se couvrir d'une couche d'un vert épais qui est l'oxide de

---

chaleur exprimée par le zéro de l'échelle de Wedgewood, on auroit 1976° de Réaumur, ou 2470° de l'échelle centig. (*Note du traducteur.*)

(1) Dr. Lewis, *Chimie* de Neuman. p. 61.

cuivre combiné avec le gaz acide carbonique. A la température ordinaire de l'atmosphère, cette oxidation du cuivre ne s'opère que très-lentement; mais si l'on fait chauffer au rouge à l'air une lame de ce métal, sa surface se recouvre en peu de minutes d'une croûte d'oxide qui s'en sépare spontanément en petites écailles à mesure que la lame refroidit. Par ce refroidissement, la lame de cuivre se contracte beaucoup plus que la croûte d'oxide, et par l'effort de cette plus grande contraction, la croûte est brisée en morceaux qui se détachent. On peut obtenir une grande quantité de cet oxide en chauffant, et en plongeant alternativement dans l'eau froide une lame de cuivre; cet oxide tombe en écailles au fond de l'eau. Lorsque le cuivre est chauffé doucement à l'air, sa surface prend successivement des nuances agréablement variées d'orangé, de jaune, et de bleu. On l'emploie en feuilles minces dans cet état pour l'ornement des jouets d'enfans.

Le cuivre étant chauffé à un très-grand feu, ou exposé à un courant de gaz oxigène et hydrogène, il s'allume et brûle avec une belle flamme verte d'un si grand éclat que les yeux peuvent à peine le supporter. Le produit est un oxide de cuivre.

On ne connoît jusqu'à présent que deux oxides

de cuivre, et par conséquent il est vraisemblable que ce métal n'est susceptible de se combiner avec l'oxigène qu'en deux proportions différentes. On trouve le *protoxide* natif de couleur rouge; celui formé artificiellement est d'une belle couleur *orange;* mais le *peroxide* est *noir*, quoique dans sa combinaison il prenne les différentes nuances de bleu, de vert et de brun.

[*Protoxide.*] 1. Proust reconnut le premier le protoxide de cuivre; mais c'est à Chenevix, qui le rencontra natif dans la province de Cornouailles, que nous devons l'examen de ses propriétés. On peut le préparer en mêlant ensemble 57,5 parties d'oxide noir de cuivre, et 50 parties de cuivre précipité en poudre fine par une lame de fer, de sa dissolution dans l'acide muriatique. On broie ce mélange dans un mortier, et on le met avec de l'acide muriatique dans une fiole bien bouchée. Il se dégage de la chaleur et presque tout le cuivre est dissous. En ajoutant de la potasse à cette dissolution, l'oxide de cuivre est précipité en couleur orange. Mais le moyen le plus facile pour former cet oxide, est de dissoudre à chaud dans l'acide muriatique une quantité quelconque de cuivre, de mettre la dissolution verte ainsi obtenue avec des tournures de cuivre dans une fiole bien bouchée. La couleur verte disparoît

peu-à-peu. Le liquide devient d'un brun noir et opaque, et il se dépose des cristaux d'un blanc sale, ayant la forme de grains de sable. En mêlant ce liquide, ou les cristaux, avec une dissolution de potasse, l'oxide de couleur orange est précipité en abondance.

Cet oxide est composé de 88.5 parties de cuivre, et de 11.5 d'oxigène (1). Il est tellement avide d'oxigène qu'on peut éviter à peine en le faisant sécher, qu'il ne devienne, au moins à sa surface, d'un vert bleuâtre; mais une fois qu'il est sec il conserve très-bien sa couleur.

[*Peroxide.*] On peut obtenir facilement le peroxide pur de cuivre, des écailles qui sont provenues de la surface du cuivre chauffé au rouge à l'air. Ces écailles ont une couleur rouge violet qui est due à la présence d'une petite portion de cuivre métallique adhérente à leur surface inférieure; mais lorsqu'on les tient pendant quelque tems à une chaleur rouge dans un vaisseau ouvert, elles deviennent noires et sont alors le peroxide pur de cuivre. On peut encore produire cet oxide en précipitant le cuivre par la potasse, de sa dissolution dans les acides sulfurique ou nitrique, et en chauffant ensuite

(1) Chenevix, *Phil. Trans.* 1801, p. 227.

assez fortement ce précipité pour en chasser l'eau qu'il peut retenir.

Le peroxide de cuivre est composé de 80 parties de cuivre et de 20 d'oxigène (1). Lorsqu'on le mêle avec un peu moins de son poids de cuivre en poudre et qu'on chauffe le mélange au rouge, le tout se convertit en protoxide.

Les oxides de cuivre sont facilement réduits à l'état métallique en les chauffant avec le charbon, les huiles et autres corps gras, même avec quelques-uns des métaux, et spécialement le zinc.

[*Union avec les combustibles.*] 2. On n'est point encore parvenu à combiner le cuivre avec l'hydrogène ou le carbone, mais il s'unit facilement au soufre et au phosphore, et forme par cette union des *sulfure* et *phosphure* de cuivre.

[*Sulfure.*] 3. En mettant alternativement, couches par couches, dans un creuset, parties égales de soufre et de cuivre, ces deux substances fondent et se combinent à une chaleur rouge. Le sulfure de cuivre ainsi obtenu est une masse cassante de couleur noire ou grise très-foncée, beaucoup plus fusible que le cuivre, et composée, suivant les expériences de Proust, de 78 parties de cuivre et de 22

---

(2) Ann. de chim. XXXII. 26.

de soufre (1). On obtient le même composé par l'exposition à l'air, pendant un tems convenable, d'un mélange de limaille de cuivre et de soufre, dont on forme une pâte en l'humectant d'une suffisante quantité d'eau, ou même, comme je m'en suis assuré, en exposant simplement le mélange à l'air, sans eau.

En mettant dans une fiole de verre placée sur un feu de charbon, un mélange de 8 parties en poids de limaille de cuivre, et de trois parties de fleurs de soufre, le mélange se fond d'abord; à une chaleur plus forte il s'enflamme avec une sorte de décrépitation, et lorsqu'on l'a retiré du feu, il continue d'être ardent pendant un certain tems comme un charbon embrasé. Si on examine alors ce mélange, on le trouve converti en un *sulfure de cuivre*. Cette expérience curieuse fut faite pour la première fois par les chimistes hollandais Deiman, Troostwyk, Nieuwland, Bondt et Laurenburg en 1793 (2) Ils trouvèrent que des diverses proportions de mélange qu'ils avoient essayées, celle de 8 parties du métal et de 3 du soufre, produisoit constamment la combustion la plus vive. Ils s'assurèrent

(1) Ann. de chim. XXXVIII. 172.
(2) Jour. des mines, n°. 2, p. 85.

de plus que cette combustion avoit également lieu, quel que fût l'état de pureté et de dessication du cuivre et du soufre, soit que le vaisseau dont ils se servoient fût rempli d'air atmosphérique, de gaz oxigène, hydrogène, ou azote, et même d'eau ou de mercure. Cette expérience, qui offre le seul exemple connu d'une combustion apparente sans la présence de l'oxigène, devoit exciter singulièrement l'attention, et elle a été très-souvent répétée. Nous parlerons dans le chapitre suivant des différentes explications qu'on a essayé de donner du phénomène qu'elle présente.

[*Sur-sulfure.*] 4. Proust a fait voir que le sulfure de cuivre peut se combiner avec une dose additionnelle de soufre, et former un nouveau composé qui peut être appelé *sur-sulfure de cuivre*. Il est cassant et de couleur jaune, il a l'éclat métallique; on le trouve abondamment dans la nature. Il est connu par les minéralogistes sous le nom de *pyrite cuivreuse* (1).

[*Phosphure.*] 5. Pelletier forma du *phosphure de cuivre* en mêlant ensemble 16 parties de cuivre, 16 parties de verre phosphorique, et 2 parties de charbon en poudre (2). Mar-

(1) Journ. de phys. LIII. 95.
(2) Ann. de chim. I. 105.

graf fut le premier qui composa le phosphure de cuivre, en distillant ensemble le phosphore et l'oxide de cuivre. Le moyen le plus facile de l'obtenir est de projeter le phosphore dans du cuivre rougi dans un creuset. Le phosphure de cuivre est de couleur blanche et composé, suivant Pelletier, de 20 parties de phosphore et 80 de cuivre (1). Sa dureté est plus considérable que celle du fer, et quoiqu'il ne soit pas ductile, il se pulvérise difficilement. Sa pesanteur spécifique est de 7.1220. Il cristallise en prismes à quatre pans (2). Il est plus fusible que le cuivre. Exposé à l'air il perd son brillant, noircit, et tombe en morceaux; le cuivre est oxidé, et le phosphore converti en acide phosphorique. Si on lui fait subir un degré de chaleur suffisant, le phosphore brûle et laisse le cuivre sous la forme de scories noires (3).

Sage a fait voir que ce composé n'abandonne pas aisément tout son phosphore, qu'il en retient toujours, même après avoir été plusieurs fois fondu, environ 0.083. Dans cet état on peut le considérer comme un sous-phosphure. Il est plus fusible que le cuivre; il a la dureté, le

(1) Ann. de chim. XIII. 3.
(2) Sage, Jour. de phys. XXXVIII. 468.
(3) Fourcroy. VI. 252.

grain et la couleur de l'acier ; il est susceptible de prendre le même poli (1).

6. Le cuivre ne forme point d'union avec l'azote ; l'acide muriatique le convertit, à l'aide de la chaleur, en un oxide avec lequel il se combine.

[*Alliages*.] 7. Le cuivre peut se combiner avec le plus grand nombre des métaux, et former ainsi avec eux des alliages dont quelques-uns sont d'une grande utilité.

[*Avec l'or*.] 1. L'or et le cuivre se combinent aisément lorsqu'on fond ensemble ces deux métaux. On fait un grand emploi de cet alliage, parce qu'il augmente la dureté de l'or, qu'il en relève l'éclat et la couleur, sans en diminuer la ductilité. Cet alliage étant plus fusible que l'or, on s'en sert comme soudure dans le travail de ce métal précieux (2). L'augmentation de dureté que le cuivre donne à l'or par son alliage avec ce métal est la plus grande possible, lorsqu'il est formé par 7 parties d'or et une de cuivre. Un alliage composé par M. Hatchett de 11 parties d'or et d'une de cuivre pur étoit parfaitement ductile, d'une belle couleur jaune tirant sur le rouge. Sa pesanteur

(1) Jour. de Nicholson. IX. 268.

(2) Wasserberg. I. 112.

spécifique étoit de 17.157 ; mais celle de l'or, évaluée à 19.500, eût dû être pour les 0.917 qui entroient dans cet alliage de 17.698 ; et celle du cuivre, estimée 8.900, devoit être pour les 0.083, qui faisoient partie de l'alliage, de 0.739, ce qui donneroit pour la pesanteur spécifique moyenne de l'alliage 18.437. La pesanteur spécifique réelle de l'alliage se trouvoit donc être inférieure à celle qui auroit dû résulter du calcul fondé sur les proportions relatives, et les pesanteurs spécifiques des métaux alliés. M. Hatchett attribue cette différence à l'expansion qu'ont subie les deux métaux dans leur combinaison. Leur volume, avant leur union, étoit de 2732, il étoit après l'union de 2798. De sorte que 917 parties en volume d'or, et 83 parties de cuivre, qui devroient former par leur union un volume total de 1000, si elle ne donnoit lieu à une expansion, en auroient acquis un de 1024 par leur alliage (1).

[*L'or de monnoie.*] L'or monnoyé consiste en or pur allié avec 0.083 de quelqu'autre métal, qui est toujours, ou le cuivre, ou l'argent, ou un mélange de l'un et de l'autre; c'est ainsi qu'on l'emploie le plus ordinairement dans la fabrication de la monnoie anglaise.

(1) Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p. 66.

Lorsque le titre de l'or est formé par un mélange, à poids égaux, de cuivre et d'argent, il paroît que l'expansion produite par la combinaison de ces trois métaux, est plus grande que celle qui résulteroit de l'alliage avec le cuivre seul, quoique la pesanteur spécifique de l'or allié avec l'argent ne diffère que de très-peu de celle que donneroient par le calcul les proportions relatives des deux métaux.

La pesanteur spécifique d'un alliage d'or avec 0.041 d'argent et 0.041 de cuivre, est de 17.344. Le volume des métaux, avant la combinaison, étoit de 2700, et après la combinaison, de 2767. M. Hatchett ayant fait dix-huit essais des pesanteurs spécifiques de pièces de monnoies d'or de divers règnes, et de différens poids, il trouva que la plus forte, de 17.848, étoit celle d'une pièce de deux guinées de Charles II, et la plus foible de 16.894, celle d'une pièce d'un quart de guinée de Georges I[er]. Sur neuf pièces d'une guinée, frappées de 1760 à 1788, les pesanteurs spécifiques extrêmes étoient 17.750 et 17.202. Il s'assura de plus, que toutes choses égales, la pesanteur spécifique des pièces augmente à mesure qu'elles sont plus petites, ce qui paroîtroit être dû à l'effet plus grand de l'écrouissement sur des masses moindres. Ainsi la pesanteur spécifique de cinq guinées est de 17.712;

celle de dix demi-guinées de 17.750, et celle de quinze pièces de sept schellings de 17.793. Il évalue la densité moyenne de la monnoie d'or anglaise actuelle à 17.724. Il résulte encore de ses expériences, que le titre de cet or monnoyé le rend moins susceptible de s'user par le frottement que l'or pur, ou que tout autre titre formé par un alliage d'or avec d'autres métaux que l'argent et le cuivre. Les empreintes s'en conservent mieux que celles de l'or pur. L'or à ce titre, est donc l'alliage le plus convenable pour le monnoyage, on en peut frapper avec environ cinq hectogrammes 44 guinées et demie.

[*Avec le platine.*] 2. On peut allier le cuivre avec le platine par la fusion, mais il faut un degré de chaleur bien intense. Cet alliage est ductile, dur, susceptible d'un beau poli, et de le conserver dans tout son éclat. On a employé cet alliage avec avantage pour les miroirs des télescopes. Le platine affoiblit très-sensiblement la couleur du cuivre, il la détruiroit même totalement s'il n'étoit employé en très-petite proportion. C'est au docteur Lewis (1) que nous sommes redevables des expériences faites sur cet alliage. Strauss a proposé dernièrement

(1) *Phil. Com.* p. 529.

un procédé pour enduire les vaisseaux de cuivre, de platine, au lieu d'étain. Il consiste à frotter un amalgame de platine sur le cuivre, et à l'exposer alors à une chaleur convenable (1).

[*Avec l'argent.*] 3. L'argent s'allie facilement, par la fusion, avec le cuivre; le composé qui en résulte est plus dur et plus sonore que l'argent. Il conserve la couleur blanche, lors même que la proportion du cuivre excède 0.50. L'alliage est à son *maximum* de dureté lorsque cette proportion du cuivre est des 0.20 de l'argent.

[*Argent monnoyé.*] L'argent employé pour la monnoie d'Angleterre est un alliage de 12.67 parties d'argent, et d'une partie de cuivre. Sa pesanteur spécifique, lorsqu'il a été fondu, est de 10.200 (2). Elle devroit être, d'après le calcul de celles respectives, et proportionnelles des métaux alliés, de 11.330. Il y a donc expansion dans la formation de cet alliage, comme dans celui de l'or avec le cuivre. La pesanteur spécifique de l'or, au titre de l'orfévrerie de Paris, formé de 137 parties d'argent, et de 7 de cuivre,

(1) Jour. de Nicholson. IX. 503.

(2) Cavallo's, *Nat. phil.* II. 76. Le docteur Shaw la porte à 10.535 après écrouissement. Shaw's, Boyle. II. 345.

est, suivant Brisson, de 10.1752, et de 10.3765, lorsqu'il a été écroui. L'argent de la monnoie de France, sous l'ancien gouvernement, n'étoit pas à un titre aussi élevé. Il se composoit de 261 parties d'argent, et de 27 de cuivre; ou d'une partie de cuivre sur 9,67 parties d'argent. Sa pesanteur spécifique, suivant Brisson, étoit de 10,0476 avant d'avoir été écroui, et après, de 10.4077. L'argent monnoyé d'Autriche tient environ 0.045 de cuivre (1). Dans le dollard d'Espagne il entre, d'après mes expériences, 0.166 de son poids d'alliage, tandis que la roupie est presque d'argent pur. La portion d'alliage que j'en ai séparée ne s'élevoit qu'aux 0.025. Avec environ cinq hectogrammes de l'argent au titre du monnoyage d'Angleterre, on frappe 62 schellings.

[*Avec le mercure.*] 4. L'action du mercure sur le cuivre est si foible, qu'elle n'a pas lieu à froid; mais si l'on verse, avec précaution, du cuivre fondu dans du mercure chauffé jusqu'au degré voisin de celui de l'ébullition, les deux métaux se combinent et forment un amalgame blanc, d'une consistance peu solide (2). Boyle se servoit avec avantage, pour faire cet

(1) Wasserberg. I. 155.

(2) Lewis, *Chim.* de Neuman, p. 65.

amalgame, de la méthode suivante. Il trituroit ensemble deux parties de mercure, deux parties et demie de vert-de-gris, et une partie de muriate de soude avec un peu d'acide acéteux : il tenoit pendant quelque tems ce mélange sur un feu doux, en le remuant continuellement, et en y ajoutant de l'acide à mesure qu'il s'en évaporoit ; il lavoit alors l'amalgame, et le couloit en moule. Il étoit d'abord presque fluide ; mais au bout de quelques heures, il cristallisoit et devenoit promptement solide (1). On peut aussi former cet amalgame en plongeant des morceaux de cuivre dans une dissolution de mercure par l'acide nitrique ; le mercure en est promptement précipité, et il adhère à la surface du cuivre. L'amalgame de cuivre est blanc, et tellement mou d'abord, qu'il est susceptible de recevoir les empreintes les plus délicates, mais il se durcit promptement à l'air. Il se décompose facilement par la chaleur, le mercure s'évapore et laisse le cuivre.

5. On a parlé, dans les sections précédentes, de tout ce qui est connu des combinaisons du cuivre avec le palladium, le rhodium, l'iridium et l'osmium.

(1) Boyle de Shaw. I. 343.

SECTION X.

Du fer.

[*Histoire.*] Le fer, le plus abondant et le plus utile de tous les métaux, a été connu plus tard, et se travaille moins facilement que l'or, l'argent et le cuivre. C'est à l'histoire des peuples de l'Orient qu'il nous faut avoir recours pour y chercher les traces de la découverte de ce métal, comme nous y trouvons l'origine de presque tous les arts, et de toutes les sciences. Les écrits de Moïse, qui vivoit environ 1635 ans avant l'ère chrétienne, nous fournissent la preuve la plus complète que, dès cette époque, le fer étoit connu en Egypte et en Phénicie. Moïse parle en effet de fourneaux pour travailler le fer (1), de mines dont on parvenoit à l'extraire (2); et il nous dit qu'on faisoit, avec ce métal, des épées (3), des couteaux (4), des haches (5) et

(1) Deut. IV. 20.
(2) *Ibid.* VIII. 9.
(3) Nomb. XXXV. 16.
(4) Lévit. I. 17.
(5) Deut. XVIII. 5.

des outils pour tailler les pierres (1). Mais si l'on considère que la connoissance du fer avoit été apportée de Phrygie en Grèce par les Dactyles (2) qui s'établirent dans la Crète sous le règne de Minos Ier., environ 1431 ans avant l'ère chrétienne, on pourra facilement juger que la découverte en avoit eu lieu dans ces contrées bien des siècles avant la naissance de Moïse. Cependant, lors de la guerre de Troye, qui eut lieu 200 ans après, le fer étoit encore tellement estimé, qu'Achille proposa une boule de ce métal comme l'un des prix des jeux qu'il fit célébrer en l'honneur de Patrocle.

A cette époque, aucunes de leurs armes n'avoient encore été fabriquées en fer. Or, si les Grecs avoient fait, pendant l'espace de 200 ans, si peu de progrès dans un art qu'ils avoient reçu des autres peuples, combien n'avoit-il pas fallu de tems aux Egyptiens, aux Phrygiens, aux Chalibes, ou au peuple quelconque qui inventa le premier l'art de travailler le fer, pour avoir atteint le degré de perfection auquel nous voyons que cet art étoit parvenu du tems de Moïse ?

[*Propriétés.*] 1. Le fer est de couleur blanche

---

(1) Deut. XXVII. 5.

(2) Hésiode, cité par Pline, liv. 7, c. 57.

bleuâtre, et d'un grand éclat lorsqu'il est poli. Il a, lorsqu'on le frotte, une odeur particulière, et il laisse sur la langue une impression stiptique très-marquée.

2. Sa dureté est 9 ; sa pesanteur spécifique varie de 7.6 à 7.8 (1).

3. Il est attirable par l'aimant, et il est lui-même la substance qui constitue l'aimant ; mais lorsque le fer est parfaitement pur, il ne conserve que pendant très-peu de tems la vertu magnétique.

4. Il est malléable à toute température, et cette propriété s'accroît comme la température augmente. Il s'étend sous le marteau, mais on ne peut l'y réduire en feuilles aussi minces que l'or ou l'argent, et même le cuivre. Sa ductilité cependant est très-grande, car on peut le tirer en fils au moins aussi fins que les cheveux. Sa ténacité est telle qu'un fil de ce métal de

---

(1) *Min.* de Kirwan. II. 155. Le docteur Shaw porte la pesanteur spécifique du fer à 7.645. Shaw's Boyle. II. 345. Brisson à 7.788. Hatchett en a trouvé un échantillon à 7.700, *on the Alloys of gold*, p. 66. Swendenburg l'établit à 7.817. Suivant Mussenbroeck, le fer écroui, ramolli par la chaleur, a une pesanteur spécifique de 7.600, de 7.733 lorsqu'il est écroui à chaud ; et de 7.875 lorsqu'il est écroui à froid. Wasserberg. I. 168.

2 millimètres de diamètre est capable de supporter, sans se rompre, un poids de 249.659 kilogrammes (1).

5. Le fer est un des métaux les plus difficiles à fondre. Il exige, ainsi que le chevalier George Makensie s'en est assuré, un degré de chaleur correspondant au 158e. degré de Weedgewood (2). Cette température étant à-peu-près la plus élevée qu'il soit possible de produire, on n'a eu aucun moyen de reconnoître le point où le métal fondu commence à entrer en ébullition et à se volatiliser. On n'a pu examiner non plus, la forme de ses cristaux; mais il est bien connu que son tissu est fibreux, c'est-à-dire, que sa cassure présente un grand nombre de filamens unis ensemble en faisceaux.

[*Sa combinaison avec l'oxigène.*] 6. Lorsque le fer est exposé à l'air, sa surface se ternit promptement. Il se change, peu-à-peu, en une poudre d'un jaune brun, connue sous le nom de *rouille*. Ce changement a lieu plus rapidement si l'air est humide; il est dû à la combinaison graduelle du fer avec l'oxigène de l'atmosphère pour lequel il a une très-grande affinité.

[*Décompose l'eau.*] 7. En tenant pendant

(1) Sickingen, Ann. de chim. XXV. 9.
(2) Nicholson's, *Jour. quarto.* IV. 109.

quelque tems de la limaille de fer dans de l'eau, pourvu que la température soit au moins de 17°.77 centig., elle s'y convertit peu-à-peu en une poudre noire, et il s'en dégage du gaz hydrogène. Cet effet résulte de la décomposition lente de l'eau. Le fer se combine avec son oxigène, tandis que l'hydrogène s'échappe sous la forme de gaz (1). Si on chauffe l'eau jusqu'à l'ébullition, sa décomposition est beaucoup plus rapide. On apperçoit très-sensiblement les bulles de gaz hydrogène s'élever de la surface du fer; on peut les recueillir en faisant cette expérience dans une cornue de verre qu'on remplit d'eau, après y avoir mis la limaille de fer, et dont on fait plonger le bec dans un vaisseau ouvert plein d'eau; cet appareil étant ainsi disposé, on chauffe jusqu'à l'ébullition. Si on fait passer de l'eau en vapeur à travers un tube de fer rougi, elle est à l'instant décomposée. L'oxigène se combine au fer, et le gaz hydrogène passe à travers le tube et peut être recueilli dans des vaisseaux convenables. C'est une des méthodes les plus faciles pour se procurer le gaz hydrogène pur (2).

---

(1) Ce fait fut connu de Bergman (*Opusc.* III. 95.) et de Schéele (*on Fire*, p. 180.); mais Lavoisier fut le premier qui en donna l'explication.

(2) Lavoisier et Meusnier. Mém. Par. 1781, p. 269.

[*Combustible.*] 8. Ces faits suffisent pour prouver la grande affinité du fer pour l'oxigène, puisqu'il est capable de l'enlever à l'air et à l'eau. Il est capable aussi de s'enflammer et de brûler avec une grande rapidité. On prend un fil de fer très-fin tourné en spirale, on fixe l'une de ses extrémités dans un bouchon de liége destiné à boucher un flacon, et on attache à l'autre extrémité un petit morceau de coton trempé dans du suif fondu. Les choses ainsi disposées, on emplit le flacon de gaz oxigène, on allume le coton, on l'introduit avec le fil de fer dans le flacon, et on le bouche promptement. Aussitôt que le coton est plongé dans l'oxigène, il brûle avec éclat et il communique l'inflammation au fil de fer qui brûle lui-même avec une grande splendeur, en répandant en tout sens de très-brillantes étincelles. On est redevable de cette belle expérience au docteur Ingenhousz. Pendant la combustion, le fer se combine avec l'oxigène, et il est converti en un oxide.

Il n'y a, suivant Proust, que deux oxides de fer. Le protoxide est ordinairement de couleur noire, et le peroxide est rouge.

[*Protoxide.*] 9. On peut former le protoxide de fer de quatre manières différentes :

1°. En laissant séjourner pendant un tems

suffisant de la limaille de fer dans l'eau, à la température de 17°.77 centig., l'oxide se produit en une poudre noire, autrefois d'un grand usage en médecine sous le nom d'*éthiops martial*, et que Lémery semble avoir examinée le premier; 2°. en faisant passer de l'eau à travers un tube de fer rougi au feu, le fer se change en une substance noire, brillante et cassante, qui prend, lorsqu'elle est réduite en poudre, l'aspect de l'éthiops martial. C'est par Lavoisier que cette expérience fut faite d'abord (1); 3°. en faisant brûler un fil de fer dans le gaz oxigène; le fil de fer se fond à mesure qu'il brûle, et tombe en gouttes au fond du vaisseau. Ces gouttes sont fragiles, très-dures, noirâtres, et conservent le brillant métallique. Lavoisier trouva, en examinant cet oxide ainsi obtenu en globules, que le fer y étoit à l'état d'éthiops (2). Leur éclat est dû à la fusion qu'a éprouvée le fil de fer; 4°. en dissolvant du fer par l'acide sulfurique et en ajoutant de la potasse à la dissolution, il se précipite une poudre verte, qui étant promptement séchée dans des vaisseaux fermés, prend

(1) Mém. Par. 1781, p. 269. Le fer est converti en une substance dont l'aspect ne diffère pas beaucoup de celui d'une mine de fer spéculaire.

(2) Ann. de chim. L 19.

l'aspect de l'éthiops martial. Cet oxide, quoiqu'au minimun d'oxigénation, n'en contient pas moins, suivant Lavoisier et Proust, 0.27 d'oxigène (1). Il est attirable à l'aimant et souvent magnétique lui-même (2). Il est susceptible de cristallisation, et on le trouve fréquemment dans la nature dans cet état. Mais le meilleur procédé pour obtenir le protoxide de fer est celui de Roover. Il expose à l'air dans une terrine de grès une pâte faite avec de la limaille de fer et de l'eau. Cette pâte s'échauffe et l'eau disparoît. On l'humecte alors de nouveau et on continue ainsi jusqu'à ce que la totalité soit oxidée. On broie la masse, et lorsqu'elle est réduite en poudre, on la chauffe dans un vaisseau de fer, et on la remue continuellement jusqu'à ce qu'elle soit entièrement desséchée (3).

[*Peroxide.*] 10. On produit le peroxide, ou oxide *rouge* de fer en tenant de la limaille de fer chauffée au rouge dans un vaisseau ouvert, et en l'agitant continuellement jusqu'à ce qu'elle soit convertie en une poudre d'un rouge foncé. La rouille ordinaire du fer n'est autre chose que cet oxide, qu'on appeloit autrefois *safran*

(1) Ann. de chim. I. 19, et XXIII. 87.
(2) Bergman. III. 102.
(3) Ann. de chim. XLIV. 329.

de mars, combiné avec le gaz acide carbonique. On peut aussi obtenir l'oxide rouge en le précipitant par un alcali, d'une dissolution du fer dans l'acide sulfurique exposée pendant un certain tems à l'air. On le trouve en grande abondance dans la nature. Proust s'est assuré qu'il étoit composé de 48 parties d'oxigène et de 52 de fer (1). Ainsi, le protoxide, en se convertissant en oxide rouge, absorbe 0.40 d'oxigène, ou, ce qui est la même chose, l'oxide rouge est composé de 0.665 d'oxide noir et de 0.335 d'oxigène. 100 grammes de fer converti en protoxide, en absorbent 37 d'oxigène, et le poids de l'oxide produit est de 137 grammes. Ce protoxide, dans sa conversion en peroxide, absorbe 55 grammes de plus d'oxigène, et l'oxide résultant en pèse 192.3.

Le peroxide ne peut être complètement décomposé par le calorique, mais lorsqu'on le chauffe avec son poids égal de limaille de fer, le tout est converti en oxide noir, ainsi que Vauquelin l'a observé le premier.

Dans son excellent mémoire sur l'*arseniate de cuivre*, M. Chenevix a émis l'opinion que le fer est susceptible de 4 degrés différens

(1) Ann. de chim. XXIII. 87.

d'oxigénation. Le premier produit, suivant lui, l'oxide *blanc*; le second, l'oxide *vert*; le troisième l'oxide *noir*, et le quatrième l'oxide *rouge*. Il fonde principalement son opinion à cet égard, sur la variété des couleurs des minéraux qui contiennent le fer, et qui sont *blancs*, *verts*, *noirs*, *rouges*, *bruns* et *bleus*; mais il est plus vraisemblable que cette variété dans les couleurs résulte des combinaisons diverses des deux oxides de fer. La différence de couleur est un signe bien incertain de celle de la proportion d'oxigène combiné avec un métal. L'oxide noir de fer se dissout dans les acides sans effervescence, et par conséquent sans un changement sensible dans la proportion de son oxigène, et cependant il donne constamment avec la potasse un précipité verdâtre dont la couleur devient de plus en plus foncée par son exposition à la lumière, et lorsque l'expérience se fait dans le *vide*, ou sous l'eau dans des vaisseaux fermés; il n'y a aucune différence remarquable. Le même oxide donne avec l'acide phosphorique un précipité blanc qui devient bleu lorsqu'il est séché à l'air. Avec l'acide prussique le précipité blanc conserve cette couleur tout aussi longtems qu'il est préservé du contact de l'air. On n'a réussi par aucun moyen jusqu'à présent, à obtenir un oxide de fer, *blanc* ou *vert*, qui

contienne une proportion d'oxigène différente de celle de l'oxide noir, et par conséquent, dans l'état actuel de nos connoissances, nous devons les considérer tous comme le même protoxide.

Le peroxide de fer n'est pas magnétique. Il est converti en oxide noir par le gaz hydrogène sulfuré et plusieurs autres substances, qui lui enlèvent sa seconde dose d'oxigène en vertu de leur affinité plus forte pour ce principe, quoiqu'elles ne soient pas capables de décomposer le protoxide.

[*Trempe de l'acier.*] On donne de la dureté aux instrumens tranchans que l'on fabrique avec l'acier, en les faisant rougir et en les plongeaut ainsi tout rouges dans un liquide froid. Après leur avoir fait subir cette opération, qu'on appelle la *trempe*, il devient nécessaire de les radoucir un peu pour leur donner un taillant fin et durable. Il ne s'agit pour cela que de les chauffer de nouveau avec certaines substances, et le plus ordinairement dans l'huile, jusqu'à ce qu'ils prennent à leur surface une couleur particulière convenable. Ces couleurs varient et se succèdent régulièrement l'une à l'autre, à mesure que la température augmente. A celle de 221°.11 à 232.22 centig., la première teinte est une

couleur jaunâtre très-pâle ; à 237°.77 centig., elle est d'un jaune paille, c'est celle qui convient aux canifs, aux rasoirs, et autres outils à tranchant fin. La couleur devient de plus en plus foncée avec l'augmentation de la chaleur ; la surface des instrumens chauffés passe ensuite successivement par les nuances du jaune, du brun, du rouge, du pourpre, et à 304°,44 centig., la nuance est celle du bleu foncé des ressorts de montres (1). Enfin cette nuance de bleu s'affoiblissant encore graduellement par la chaleur, passe à une couleur d'eau qui est la dernière teinte que présente la surface des instrumens avant d'être devenus rouges par la chaleur (2). On a considéré ces différentes nuances de couleur comme résultant de la combinaison du métal avec l'oxigène, et comme indiquant une succession d'oxides divers ; mais cette hypothèse, qu'on ne peut appuyer d'aucune preuve, devient inutile puisqu'on peut donner une explication également satisfaisante de cette variété de nuances, en supposant que la couche d'oxide augmente graduellement

(1) *Voyez* les curieuses expériences de M. Stoddart, rapportées par Nicholson. Nicholson's, *Jour. quarto.* IV. 129.

(2) Lewis, *Chim.* de Neuman, p. 79.

d'épaisseur. Le fait seul de la production de ces couleurs sur la surface du fer recouverte d'huile, c'est-à-dire, d'un liquide qui décompose promptement les oxides de fer, pourroit suffire pour faire regarder comme non admissible la supposition qu'elles sont dues à l'oxidation.

11. Le fer est susceptible de combinaison avec tous les corps combustibles simples.

[*Union avec les combustibles.*] 1. L'hydrogène ne se combine point avec lui à l'état solide, mais le gaz hydrogène qu'on obtient par la dissolution de la limaille de fer dans l'acide sulfurique étendu, est toujours chargé d'un peu de fer qu'il dépose peu-à-peu sous la forme d'une poudre noire-brune, sur les parois du vaisseau dans lequel le gaz hydrogène a été enfermé. Avec le carbone, le phosphore et le soufre, le fer forme des composés connus sous les noms de *carbure*, *phosphure* et *sulfure* de fer.

[*Carbure.*] 2. On trouve le carbure de fer natif. Il a été pendant longtems connu sous les dénominations de *plombagine* et de *plomb noir*. Il est de couleur de fer gris foncé, ou bleu, avec une sorte d'éclat métallique. Il est gras au toucher, mou, il noircit les doigts, ou toute autre substance sur laquelle on

charbon, laissant les 0.071 de son poids d'une matière brun foncé attirable à l'aimant. Ce résultat porta le docteur Lewis à comparer la plombagine au charbon et à considérer ces substances comme analogues (1). Les expériences de Lewis furent poussées beaucoup plus loin par Schéele qui publia, en 1779, une dissertation sur la plombagine. Il trouva qu'aucun des acides qu'il essaya n'avoit d'action sur cette substance; qu'elle opéroit, comme le fait le charbon, la réduction de la litharge et des autres oxides métalliques, qu'elle détonoit avec le nitrate de potasse, avec dégagement abondant d'acide carbonique; qu'il falloit 10 parties de nitrate de potasse pour la consumer complètement, et que dans ce cas, elle ne laissoit pour résidu qu'un peu d'oxide de fer (2). Les expériences de Schéele furent confirmées et éclairées par celles de Pelletier et de Vandermonde, de Monge et Berthollet qui soumirent la plômbagine à l'action d'une forte lentille dans une cloche de verre remplie de gaz oxigène. Les 0.90 en furent consumés, et convertis en acide carbonique, le reste étoit du fer; ils en conclurent que la plombagine

(1) *Phil. Com.* p. 326.
(2) *Opusc.* de Schéele. II. 20.

étoit composée de

90	carbone.
10	fer.
100	

On forme artificiellement la plombagine dans un grand nombre de procédés, et spécialement dans les opérations relatives au travail du fer.

[*Phosphure.*] 3. On obtient le phosphure de fer en fondant ensemble dans un creuset 16 parties de verre phosphorique, 16 parties de fer, et une partie de charbon en poudre. Ce composé très-fragile est attirable à l'aimant, et paroît blanc dans sa cassure. Il fond par une forte chaleur, et le phosphore se dissipe (1). On peut également le former en fondant ensemble parties égales de verre phosphorique et de fer en copeaux. Dans cette fusion une portion du fer se combine à l'oxigène qu'abandonne une portion du verre phosphorique, et ce fer ainsi oxidé entre en vitrification avec l'autre portion du verre phosphorique. Le phosphore de la portion du verre phosphorique qui a abandonné son oxigène, s'unit au fer qui reste, et il en résulte un phosphure qui gagne le fond du creuset. Enfin on peut

(1) Pelletier, Ann. de chim. I. 105.

former ce phosphure en projetant de petits morceaux de phosphore sur de la limaille de fer rougie dans un creuset (1). Les proportions des ingrédiens de ce phosphure n'ont pas encore été déterminées. Il fut découvert par Bergman qui, l'ayant examiné le premier, le regarda comme un métal nouveau auquel il donna le nom de *siderum*.

Il y a une espèce particulière de fer, connu sous le nom de *fer cassant à froid*, parce qu'il ne supporte pas alors l'action du marteau sans se briser, quoiqu'il soit malléable lorsqu'il est chaud. Bergman (2) s'occupoit à Upsal des moyens de connoître la cause de cette propriété, tandis que Meyer (3) se livroit, à Stettin, à la même recherche. Ils découvrirent à-peu-près en même tems, l'un et l'autre, qu'on pouvoit séparer de cette espèce de fer, par l'acide sulfurique, une poudre blanche susceptible d'être réduite, par le procédé ordinaire, en un métal de couleur d'acier gris foncé, excessivement cassant et peu soluble dans les acides. Sa pesanteur spécifique étoit de 6.700. Il étoit

(1) Annales de chimie. XIII. 114.

(2) *Opusc.* III. 109.

(3) *Schriften der Berliner Gesellsch. Naturf. freunde.* 1780. II. 334; et III. 380.

moins fusible que le cuivre ; et lorsqu'il étoit combiné avec le fer, il le rendoit *cassant à froid*. Meyer avoit conclu, ainsi que Bergman, que cette substance étoit un métal nouveau, et il le nomma *hydrosiderum*. Mais Klaproth s'étant rappelé bientôt après, que le sel composé d'acide phosphorique et de fer ressembloit beaucoup à la poudre blanche obtenue du fer cassant, il soupçonna la présence du phosphore dans ce nouveau métal. Pour s'assurer de ce fait il fit une combinaison d'acide phosphorique et de fer, et en la chauffant dans un creuset avec du charbon en poudre, procédé ordinaire de la réduction, il obtint une substance qui ressembloit parfaitement au nouveau métal (1). Meyer apprit à Klaproth, lorsqu'il lui eut fait part de sa découverte, que déja il s'étoit satisfait lui-même à cet égard, et que, par un examen plus approfondi, il avoit reconnu que le siderum contenoit l'acide phosphorique (2). Peu de tems après, Schéele ayant fait l'analyse de la poudre blanche obtenue du fer cassant à froid, il la trouva composée d'acide phosphorique et de fer (3). Quoi qu'il en soit,

(1) Ann. de Crell. 1784. I. 390.

(2) *Ibid.* 195.

(3) Crell. I. 112. Engl. Trans.

le siderum de Bergman est composé de phosphore et de fer, ou c'est un phosphure de fer, l'oxigène de l'acide phosphorique en ayant été séparé pendant la *réduction* (1).

[*Sulfure.*] 4. En fondant ensemble dans un creuset parties égales de limaille de fer et de soufre en poudre, on forme un sulfure de fer. Ce composé de couleur noire, ou grise très-foncée, est cassant et d'une dureté remarquable. Lorsqu'il est réduit en poudre et humecté avec de l'eau, le soufre, en absorbant peu-à-peu l'oxigène de l'eau, est converti en acide sulfurique, et le fer est en même tems oxidé.

On peut encore faire le sulfure de fer, en mêlant ensemble trois parties, en poids, de limaille de fer, et une partie de soufre pulvérisé, et en mettant le mélange dans un vaisseau de verre sur un feu de charbon. Ce mélange, ainsi que les chimistes hollandais s'en sont assurés, fond et brûle sans la présence de l'air, de la même manière que le cuivre et

(1) Rinman est parvenu à faire disparoître la fragilité et les défauts du fer cassant à froid, en le chauffant fortement avec la chaux. Ses expériences à cet égard se sont trouvées d'accord avec celles de Levavasseur. Ann. de chim. XLII. 183.

le soufre, quoiqu'avec moins de vivacité (1). Mais la combustion est, ainsi que je l'ai observé, d'une splendeur remarquable ; elle a lieu même avec explosion lorsqu'on fond ensemble dans un creuset couvert, un mélange en grandes quantités de limaille de fer et de soufre, et cette combustion continue beaucoup plus longtems que celle du cuivre et du soufre.

En mêlant ensemble, par parties égales, de la limaille de fer et du soufre, et en formant une pâte de ce mélange avec de l'eau, le soufre décompose l'eau, et en absorbe si rapidement l'oxigène que quelquefois le mélange prend feu, lors même qu'il est enfoui dans la terre. Lémery fut le premier qui remarqua ce phénomène, et il le considéra comme pouvant fournir une explication de l'origine des volcans (2).

Il paroît, d'après les expériences de Proust, que 100 parties de fer s'unissent, par la fusion, à 60 parties de soufre, d'où il suit que le sulfure de fer est composé de,

(1) Jour. des min. n°. 2, p. 91.

(2) Lorsque cette expérience fut répétée par Bucquet, elle ne lui réussit pas. *Système des connoissances chim.* Fourcroy. VI. 171.

62.5 fer.
37.5 soufre.

100.0 (1).

M. Hatchett a dernièrement découvert que ce sulfure se trouve à l'état natif en quantités considérables, et qu'il a été longtems connu des minéralogistes sous le nom de *pyrites magnétiques*. Il est de couleur de bronze et d'un gris noirâtre lorsqu'il est réduit en poudre. Il a l'éclat métallique. Sa pesanteur spécifique est de 4.518. Il fait feu avec le briquet et fond aisément par la chaleur. M. Hatchett trouva que ce sulfure étoit composé de 63 parties de fer et de 37 de soufre, ce qui s'accorde presqu'exactement avec l'analyse de Proust. Il paroîtroit résulter des expériences de Hatchett que le fer n'est pas entièrement à l'état métallique, mais qu'il contient environ les 0.077 de son poids d'oxigène (2).

Ce sulfure se dissout promptement dans les acides sulfurique et muriatique avec dégagement abondant d'hydrogène sulfuré. Lorsqu'on

(1) Journ. de phys. LIII. 89.

(2) *Analyse des pyrites magnétiques*, par Hatchett. Philos. Trans. 1804.

le chauffe avec l'acide nitrique, il s'en sépare une portion considérable de soufre (1).

[*Sur-sulfure.*] 5. le fer peut se combiner avec une quantité additionnelle de soufre, et former ainsi un nouveau composé qu'on peut appeler *sur-sulfure de fer*. Ce composé, qui se trouve en grande abondance dans la nature, a été longtems connu sous le nom de pyrites. Il est de couleur jaune avec éclat métallique. Il est cassant et assez dur pour faire feu avec le briquet. Sa pesanteur spécifique est d'environ 4.5 : il cristallise ordinairement en cubes. Lorsqu'on le chauffe, il est décomposé ; si c'est à l'air, le soufre prend feu ; si c'est dans des vaisseaux fermés remplis de charbon, une partie du soufre est volatilisée, et il reste une substance noire qui conserve la forme première du minéral, mais qui tombe en poudre dès qu'on la touche M. Proust a démontré que cette substance noire est le sulfure de fer ordinaire. Suivant lui, il se dégage des pyrites, lorsqu'elles sont ainsi traitées, 20 parties de soufre, et il en reste 80 de sulfure (2). Ainsi les pyrites sont com-

(1) *Analyse des pyrites magnétiques*, par Hatchett. Phil. Trans. 1804.

(2) Journ. de phys. LIII. 89.

posées de

80 sulfure de fer.
20 soufre.

100

Mais cette méthode n'est pas susceptible d'une grande exactitude. M. Hatchett a dernièrement soumis à l'analyse, avec la précision qui le distingue, divers échantillons de pyrites, et il en a obtenu les résultats suivans.

ECHANTILLONS.	PYRITES.	PESANTEUR spécifique.	PARTIES CONSTITUANTES.		
			Fer.	Soufre.	TOTAL
1er......	En dodécaèdres.	4.830	47.85	52.15	100
2e.......	En cubes striés.	»	47.50	52.50	100
3e.......	En cubes lisses.	4.831	47.30	52.70	100
4e.......	Radiées.......	4.698	46.40	53.60	100
5e.......	Plus petites....	4.775	45.66	54.34	100

Nous voyons par cette table que ce sont les pyrites cristallisées régulièrement qui contiennent le moins de soufre, et les striées le plus; mais que la plus grande différence n'est que de 0.021.

Le sulfure de fer ordinaire est non-seulement attirable à l'aimant, il peut encore être lui-même converti en aimant par les méthodes usuelles ; mais l'aimant n'a point d'action sur les pyrites, et elles ne sont susceptibles d'aucune vertu magnétique (1).

[*Aimants composés de fer.*] On a depuis longtems reconnu que le fer pur n'étoit pas susceptible de conserver les propriétés d'un aimant, mais que l'acier, une fois magnétisé, continuoit constamment de l'être. Or l'acier, comme nous le verrons incessamment, est une combinaison de fer et de carbone. Lorsque la proportion du carbone uni au fer est augmentée jusqu'à un certain point, comme dans la plombagine, le fer perd la propriété d'être attirable par l'aimant. L'addition d'une certaine proportion de soufre, rend également le fer capable de devenir un aimant permanent. La proportion du soufre peut s'élever jusqu'aux 0.46 sans que cette propriété cesse d'exister, mais quand elle est des 0.52 la vertu magnétique est complètement détruite. Le fer uni au phosphore peut aussi être rendu constamment magnétique, mais on ne s'est pas assuré si cette

---

Hatchett.. Phil. Trans. 1804.

vertu disparoît avec l'augmentation de la proportion du phosphore.

Ainsi il paroît que le fer pur n'est pas susceptible de magnétisme permanent ; que par son union avec une portion de carbone, il forme un composé plus ou moins fragile, soluble dans l'acide muriatique, et capable d'imprégnation magnétique ; que, saturé de carbone, il devient cassant, insoluble dans l'acide muriatique et dépourvu de toute propriété magnétique.

Le fer uni à une portion de soufre forme un composé cassant, soluble dans l'acide muriatique, et pouvant avoir la faculté magnétique ; lorsque le fer est saturé de soufre, le composé est cassant, insoluble dans l'acide muriatique et destitué de toute propriété magnétique.

Le fer uni au phosphore est cassant, et jouit à un haut degré, de la propriété magnétique qu'il perd entièrement, selon toutes les probabilités, quand il en est saturé.

C'est par ses expériences sur les pyrites magnétiques, que M. Hatchett fut conduit à la connoissance de ces faits qui sont de la plus grande importance. « Je ne doute point, dit ce savant, en parlant généralement des carbures, sulfures, et phosphures de fer, qu'on

ne parvienne, par des recherches exactes, à déterminer la proportion de combinaison capable de constituer, dans chacun de ces trois corps, le *maximum* de pouvoir magnétique. Lorsque ce *maximum* sera bien connu il conviendra de comparer le pouvoir magnétique relatif de l'acier (employé seul jusqu'à présent pour former les aimants artificiels) avec ceux des sulfure, et phosphure de fer, en les examinant d'abord chacun dans la forme d'une seule masse, ou barreau de poids égal, et ensuite dans l'état d'aimants composés, formés par l'arrangement particulier d'un nombre égal de barreaux de la même substance, maintenus dans un châssis de cuivre. »

« Il faudroit alors essayer les effets de ces aimants, comparativement à d'autres composés de barreaux des trois différentes substances, variés en nombre et dans le mode d'arrangement; et enfin il seroit intéressant de faire une série d'expériences sur les composés chimiques formés par l'union, en différentes proportions, du carbone, du soufre et du phosphore, avec une seule et même masse de fer. Ces composés quadruples, que suivant la nomenclature chimique moderne, on pourroit appeler *carburo-sulphuro-phosphures*, ou *phosphuro-sulfuro-carbures*, etc. de fer, n'étant

pas encore connus quant à leurs propriétés chimiques, on pourroit, en les examinant aussi sous le rapport de leurs facultés magnétiques, obtenir quelques résultats intéressans. Enfin un champ vaste semble s'ouvrir à des recherches plus étendues qui pourroient ajouter des faits importans à l'histoire du magnétisme, cette branche de la science qui n'a pris que peu d'accroissement depuis quelques années, et qui, au milieu des progrès rapides des connoissances humaines, reste encore ensevelie dans une grande obscurité. »

[*Variétés du fer.*] 6. Toutes les variétés du fer, qui sont en grand nombre, et distinguées par des dénominations particulières, peuvent être réduites aux trois classes suivantes, savoir ; le *fer fondu, fonte*, ou *gueuse* ; le *fer forgé*, et l'*acier*.

[*Fer fondu.*] Le fer fondu est le premier produit obtenu de la fonte du minérai qui contient le fer, et qui est ordinairement un composé d'oxide de fer, d'argile, et autres substances. L'objet du fabricant de fer est de réduire cet oxide à l'état métallique, et de le séparer de toute la matière terreuse qui l'accompagne. On obtient à-la-fois ce double résultat en mêlant la mine réduite en petits morceaux, avec une certaine proportion de pierre à chaux

et de charbon, et en soumettant le tout à une très-violente chaleur dans des fourneaux convenablement construits à cet effet. Le charbon absorbe l'oxigène de l'oxide ; il se dégage, sous forme de gaz acide carbonique, laissant le fer à l'état métallique. La chaux se combine avec l'argile, ces deux substances entrent ensemble en fusion et forment une espèce de fluide vitreux ; le fer est également fondu par la violence de la chaleur, et comme il est plus pesant que le verre, il descend vers la partie inférieure du fourneau et s'y rassemble. Les deux matières fondues dans ce fourneau y sont séparées l'une de l'autre à raison de leur différente pesanteur, le verre surnage et le fer reste au-dessous. On fait alors une ouverture vers le bas du fourneau, et le métal en fusion coule dans des moules disposés pour le recevoir.

[*Variétés.*] Le fer fondu ainsi obtenu se distingue par les fabricans en différentes espèces, d'après sa couleur et ses autres qualités. Les plus remarquables de ces variétés sont les trois suivantes :

1ere. Fer fondu *blanc*, ou *fonte blanche*. Elle est extrêmement cassante et dure. Sa cassure offre une apparence de cristallisation ; elle résiste à la lime, et ne peut être tournée ni

ployée. Elle est susceptible de se briser très-facilement par la percussion, les chocs, et par son exposition à de subites et grandes variations de température.

2e. La fonte *grise*. Elle est moins cassante et moins dure. Sa texture est grenue; elle peut être taillée, limée et tournée. L'artillerie en fait usage.

3e. La fonte *noire* est la plus inégale dans sa texture, la plus fusible des trois variétés, et celle dont la cohésion est la plus foible (1).

[*Propriétés*.] Le fer fondu fond à une chaleur d'environ 130°. de Wedgewood. Sa pesanteur spécifique varie de 7.2 à 7.6. — Il se contracte considérablement lorsqu'il entre en fusion. On le convertit en fer doux, ou malléable, par un procédé qu'on considère comme propre à l'*affiner*; et on nomme en conséquence fourneau d'*affinage*, celui dans lequel cette opération se fait.

[*Sa conversion en fer malléable*.] Cette opération consiste ordinairement, en Angleterre, à tenir le fer fondu pendant longtems en fusion dans un lit de charbon de bois, de cendres, et de scories de fer, et à le soumettre encore rouge à l'action du marteau, jusqu'à

(1) *Leçons* de Black. II. 495.

ce qu'il soit devenu compacte et malléable. Le mode d'affinage varie dans différens pays, suivant la nature du combustible et celle de la mine dont le fer a été extrait, et le fer affiné varie également en qualité. M. Cort proposa, il y a environ 16 ans, une nouvelle méthode propre à convertir toute espèce de fonte en fer malléable de la meilleure qualité. Par cette méthode, on tient la fonte dans un fourneau de réverbère, sous un feu de flamme qui joue sur sa surface; on la remue continuellement pendant qu'elle est en fusion, afin d'en présenter successivement toutes les parties à l'air : au bout d'environ une heure, la partie la plus chaude de la masse s'enfle, se soulève, et se couvre d'une légère flamme bleue. Cet effet dure environ une heure; et après ce tems, la conversion est achevée. Le gonflement est évidemment produit par l'émission d'un fluide élastique (1). A mesure que l'opération avance, le fer acquiert par degrés plus de consistance; et à la fin, quoique la chaleur continue d'être la même, la masse du métal se congèle en entier. On le prend alors, tandis qu'il est encore rouge, et on lui fait subir une percussion violente par l'action d'un

(1) Beddoes, Phil. Trans. 1791.

marteau très-pesant, mu par une machine à eau ou à vapeur. L'effet de cette percussion est non-seulement d'opérer le rapprochement et l'union plus étroite des molécules du fer, mais encore d'en séparer toutes les substances étrangères au métal.

[2. *Fer malléable.*] Dans cet état, c'est la substance décrite dans cette section sous le nom de *fer*. Comme il n'a point encore été décomposé, on le considère comme un corps simple, lorsqu'il est pur; mais on ne le trouve jamais, ou que très-rarement, sans quelque mélange, soit de quelques-uns des autres métaux, soit d'oxigène, de carbone ou de phosphore.

[3. *Acier.*] En stratifiant dans un creuset fermé, de petits barreaux de fer avec du charbon de bois en poudre, et en tenant ce mélange à une forte chaleur rouge pendant huit ou dix heures, on convertit ce fer en *acier* (1), qu'on distingue du fer par les propriétés suivantes.

Il est assez dur pour n'être pas malléable à froid, ou du moins il acquiert cette propriété lorsqu'on le plonge, quand il est rouge, dans un liquide froid, car cette immersion, qui ne produit aucun effet sur le fer, ajoute considérablement à la dureté de l'*acier*.

(1) On appelle ce procédé *cémentation*.

[*Propriétés.*] L'acier est cassant; il résiste à la lime, il coupe le verre, il donne des étincelles avec le caillou, et il conserve pendant longtems la vertu magnétique quand on l'en a imprégné. Il perd sa dureté lorsqu'après avoir été mis à l'état d'ignition on le laisse refroidir lentement. Il se fond à environ 130°. du pyromètre de Wedgewood. Chauffé au rouge, il est malléable; chauffé au blanc, il l'est à peine. On peut le réduire en plaques beaucoup plus minces que le fer. Il est plus sonore, et sa pesanteur spécifique, lorsqu'il a été écroui, est plus considérable que celle du fer; elle varie de 7.78 à 7.84.

On convertit de nouveau l'acier en fer forgé, en le faisant rougir à l'air à plusieurs reprises et en le soumettant à l'action du marteau (1).

[*Nature de ces variétés.*] 7. La connoissance de ces différentes espèces de fer, et des moyens de leur conversion de l'une dans l'autre, date de tems déja très-reculés, et maintes fois on a cherché à expliquer ce qui se passe dans cette conversion. L'acier, suivant Pline, doit principalement ses propriétés particulières à l'eau dans laquelle on le plonge afin de le

(1) Dr. Pearson, Phil. Trans.

refroidir (1). Beccher suppose que le feu, en se fixant dans le fer, est l'unique agent de sa conversion en acier. Réaumur, qui en suivit avec attention le procédé, contribua beaucoup par ses nombreuses expériences à éclairer ce sujet. Il supposa que le fer étoit converti en acier par sa combinaison avec des molécules salines et huileuses ou sulfureuses, que ces molécules sont introduites par le feu; mais ce fut Bergman qui, par son analyse publiée en 1781, mit le premier sur la voie de la véritable explication de la nature de ces différentes sortes de fer (2).

En dissolvant 100 parties de fer fondu dans l'acide sulfurique étendu, il s'en dégagea 1305 grammes, mesure, de gaz hydrogène : 100 parties d'acier en produisirent 1491, et 100 parties de fer forgé 1554. Il obtint pareillement de 100 parties de fer fondu 0.022 de plombagine; de 100 parties d'acier, 0,005; et de 100 parties de fer forgé 0.001 (3). Il conclut de cette analyse que le fer fondu est celui qui contient le moins de phlogistique, que la

(1) Pline, liv. 34, p. 14.

(2) *Opusc.* III. 1.

(3) Schéele avoit déja observé qu'en dissolvant quelques espèces de fer dans l'acide sulfurique, on obtient de la plombagine. *Voy.* sa *Dissertation sur la plombagine.*

proportion en est plus grande dans l'âcier, et que c'est dans le fer forgé qu'il en existe le plus; car le gaz hydrogène étoit alors considéré comme une indication de la présence du phlogistique dans le métal. Bergman crut pouvoir conclure aussi de cette analyse, que le fer fondu et l'acier diffèrent du fer pur, en ce qu'ils contiennent de la plombagine. M. Grignon, dans ses observations sur cette analyse, s'efforce de prouver que la plombagine ne fait pas essentiellement partie du fer fondu ni de l'acier, et qu'elle ne s'y trouve qu'accidentellement; mais après avoir examiné ses objections, Bergman écrivit à Morveau, le 18 novembre 1783 : « Je reconnoitrai que je me suis trompé, si M. Grignon m'envoie un seul morceau de fer fondu, ou d'acier, qui ne contienne point de plombagine; et je vous prie, mon cher ami, de tâcher vous-même d'en trouver et de m'en faire part; car, si j'ai tort, je desire être détrompé le plutôt possible (1). »

Cette lettre fut presque le dernier acte de l'illustre Bergman. Il mourut quelques mois après en laissant, à l'âge de 49 ans, une réputation des plus brillantes comme des plus justement acquises. Son étonnante et infatigable

(1) Morveau, Encycl. méth. chim. I. 448.

industrie, l'étendue de ses connoissances, sa sagacité, sa pénétration, la rectitude de son jugement, n'avoient pas seulement contribué pour beaucoup à lui faire un nom, à attirer l'attention des philosophes, sa candeur et son amour pour la vérité lui avoient encore mérité la confiance et l'estime générale. Toutes ces qualités se trouvèrent réunies dans Bergman pour en former un des plus nobles caractères dont un homme puisse être doué par la nature.

Les expériences de Bergman furent répétées, variées et poussées plus loin encore par Vandermonde, Monge et Berthollet, qui publièrent dans les mémoires de l'Académie de 1786 une très-savante dissertation sur ce sujet. Ces philosophes, par une ingénieuse application de la théorie de Lavoisier, se trouvèrent en état d'expliquer d'une manière satisfaisante la nature de ces trois substances. Il résulte de leurs expériences, ainsi que de celles postérieurement faites par Clouët, Vauquelin et Morveau, 1°. que le *fer forgé* est une substance simple qui, lorsqu'elle est parfaitement pure, ne contient autre chose que le *fer*; 2°. que l'acier est le fer combiné avec une petite portion de carbone; on l'a pour cette raison appelé *fer carburé*. Cette proportion du carbone n'a pas été déterminée avec beaucoup de précision. Elle seroit, suivant l'analyse

de Vauquelin des 0.007 (1). Clouët semble affirmer qu'elle s'élève aux 0.031, mais il n'a pas publié les expériences qui l'ont porté à établir une proportion qui excède aussi considérablement celle reconnue par d'autres chimistes (2).

Morveau, en formant l'acier par la combinaison directe du fer avec le diamant, a prouvé que c'étoit le carbone pur, et non le charbon, qui entroit dans la composition de l'acier. Sur l'invitation de Clouët, il renferma un diamant dans un petit creuset de fer pur, et après avoir placé ce creuset dans un autre de terre de Hesse, et celui-ci dans un second de même terre, le tout, après avoir été complètement recouvert et convenablement luté, fut exposé à une chaleur suffisante. Le diamant pesoit

---

(1) Ann. de chim. XXII. 1.

(2) M. Clouët s'exprime en ces termes : « Le charbon s'unit au fer en différentes proportions, et à mesure que ces proportions varient, les produits varient aussi. Un 32e. de charbon suffit pour rendre le fer acier. Cette dose varie cependant dans les expériences, à cause de l'inégale intensité du feu et de la porosité des creusets. En augmentant la dose de charbon, la qualité de l'acier augmente aussi; mais il devient toujours de plus en plus difficile à forger, et plus facile à ramollir au feu. » Jour. des mines, an VII, p. 3.

0.907 grammes, le fer 57.800, et l'acier obtenu 56.384. De sorte que dans l'opération il y avoit eu une perte de fer de 2.323 gramm. (1). Il résulte de cette expérience que l'acier contient environ les 0.016 de son poids de carbone. M. Mushet fit contre cette expérience des objections qui furent pleinement réfutées par sir Georges Makenzie (2).

Rinman a indiqué, depuis longtems, un moyen de distinguer l'acier du fer. Il consiste à verser sur une lame d'acier une goutte d'acide nitrique étendu, et de l'y laisser pendant quelques minutes ; on l'enlève alors, et on trouve qu'elle a laissé sur la lame d'acier une tache noire, tandis que celle que forme une goutte du même acide sur une lame de fer est verte blanchâtre. Il est aisé de voir que la tache noire est due au carbone de l'acier converti en charbon par l'acide nitrique, et cette expérience nous prouve que le carbone est plus rapidement oxidé lorsqu'il est combiné avec le fer qu'à l'état de cristallisation dans le diamant.

Le *fer fondu* est le fer combiné avec une proportion de carbone encore plus grande que celle nécessaire pour former l'acier. Cette proportion

(1) Ann. de chim. XXXI. 228.
(2) Nicholson's, *Jour.* IV. 103.

que Clouët évalue aux 0.125 du fer, n'a pas été déterminée avec précision. La couleur noire plus ou moins foncée du fer fondu dépend, ainsi que sa fusibilité, de la proportion de carbone qu'il contient. Le fer fondu est presque toujours accompagné de substances étrangères. Ce sont principalement l'oxide de fer, le phosphure de fer et la silice (1).

Il est aisé de voir pourquoi, par l'extraction du fer de sa mine, on l'obtient à l'état de fonte; c'est que la quantité de charbon avec laquelle cette mine est mise en fusion, est si grande, que le métal peut facilement s'y unir jusqu'à saturation.

[*Fer doux.*] En brûlant le charbon dont le fer s'est saturé dans cette première opération, et en enlevant à ce métal tout son oxigène, on convertit la fonte en fer doux, et c'est ce qui a lieu lorsqu'on expose la fonte à une chaleur violente, en la remuant lorsqu'elle est en fusion, de manière à en présenter successivement toutes les parties à l'air (2).

---

(1) Substance qui sera décrite dans le livre suivant.

(2) M. Collier a publié, dans le 5e. vol. des Mémoires de Manchester, p. 111, une description détaillée du procédé employé à Sheffield pour convertir la fonte en fer pur.

M. Clouët a trouvé qu'en chauffant, à un degré de chaleur convenable, un mélange de fonte avec les 0.25 de son poids d'oxide noir de fer, on opéroit également la conversion de la fonte en fer doux (1). Dans ce cas, l'oxigène de l'oxide, et le carbone de la fonte, se combinent et laissent le fer à l'état de pureté.

La méthode ordinaire de l'affinage de la fonte n'est rien autre chose que ce procédé de M. Clouët, ainsi que l'a observé le docteur Black. Une portion considérable du fer est scorifiée, ou convertie en oxide noir de fer, connu, lorsqu'il est fondu, sous le nom de *fraisil d'affinerie*, et par les Français sous celui de *laitier*.

Cette matière étant mêlée avec le fer fondu, et la chaleur augmentée, l'oxigène de l'oxide se combine avec le carbone et une double décomposition a lieu. La seule difficulté de l'opération consiste à bien connoître le véritable degré de calcination qu'il convient de faire subir au fer pour que la totalité du carbone soit consumée.

C'est la combinaison du carbone avec le fer qui le constitue acier. Elle peut s'opérer par trois procédés différens, dont on distingue les divers

(1) Jour. des mines, an VII, p. 8.

résultats en *acier naturel*, *acier de cémentation* et *acier fondu*.

[*Acier naturel.*] L'acier naturel s'obtient en exposant le fer de fonte, extrait de la mine, à une chaleur très-violente, en le tenant constamment recouvert d'un bain de scories, ou laitiers, de 135 à 162 millimètres d'épaisseur. Une partie du carbone se combine avec l'oxigène que contient la fonte, et s'échappe en gaz acide carbonique; le surplus s'unit au fer pur qui devient acier (1).

Cette espèce d'acier est inférieure aux deux autres; ses qualités ne sont pas les mêmes. Il est plus mou, et comme le procédé de sa fabrication est moins dispendieux, il se vend moins cher.

[*Acier de cémentation.*] L'acier de cémentation se fait en stratifiant dans un creuset dont l'ouverture est soigneusement fermée avec de l'argile, des barreaux de fer pur avec de la poudre de charbon. On met ce creuset dans un fourneau, et on l'y tient à une chaleur suffisante, jusqu'à ce que les barreaux de fer soient convertis en acier, ce qui exige ordinairement huit ou dix jours (2). Ce procédé a été inventé,

---

(1) Jour. des mines, n°. 4, p. 3.

(2) Ce procédé est décrit en grand par M. Collier, dans les Mémoires de Manchester. V. 117.

ou au moins, pratiqué pour la première fois en Angleterre. L'acier, ainsi formé, y est connu sous le nom d'*acier boursoufflé*, parce que sa surface est remplie d'inégalités et de boursoufflures.

L'acier de cémentation a le grain fin, il est égal, plus dur et plus élastique que l'*acier naturel*.

[*Acier fondu.*] L'acier fondu est le meilleur de tous; son tissu est le plus compacte, et il prend le plus beau poli. On l'emploie pour les rasoirs, les instrumens de chirurgie, et autres qui exigent une dureté uniforme. Il est plus fusible que l'acier ordinaire et ne peut être, par cette raison, soudé avec le fer. La méthode de le faire a été découverte en 1750 par M. Huntsman de Sheffield qui le fabrique encore dans ses ateliers. Il en tint pendant quelque tems le procédé secret, mais il est aujourd'hui bien connu, et d'autres fabricans réussissent également bien à le pratiquer. Il consiste à fondre l'acier boursoufflé dans un creuset fermé avec une certaine proportion de verre pilé et de charbon en poudre. On peut le former également, d'après les expériences de Clouët, en fondant ensemble 30 parties de fer, une partie de charbon et une partie de verre pilé, ou bien en entourant le fer dans un

creuset, d'un mélange, à parties égales, de carbonate de chaux et d'argile, en chauffant graduellement le creuset jusqu'au rouge-blanc et en l'entretenant pendant un tems suffisant dans cet état (1). Le carbone est produit dans cette opération, suivant Clouët, par la décomposition de l'acide carbonique que le carbonate de chaux contient en abondance. Une partie du fer se combine avec l'oxigène de cet acide et le reste s'unit au carbone (2). Mais M. Mushet ayant depuis répété cette expérience avec toute la précision possible, il n'obtint que du fer fondu dont la texture et l'apparence se trouvoient altérées, mais qui n'étoit point converti en acier (3). Il en inféra que la formation de celui obtenu par Clouët pouvoit être due à quelque circonstance qu'il n'avoit pas observée. Clouët, d'après ses expériences, ne regarde plus la présence du verre comme indispensable pour la préparation de l'acier fondu, les seuls ingrédiens essentiels lui paroissent être le fer et le carbone; mais la proportion du carbone y est plus considérable que dans l'acier ordinaire, et c'est de cette différence

(1) Jour. des mines, an VII, p. 3.
(2) Guyton et Darcet, Jour. des mines, an VII, p. 703.
(3) Phil. Mag. XII. 27.

de proportion que semble résulter celle qui existe entre ces deux espèces d'aciers.

On peut conclure de ce qui vient d'être dit, que le fer et le carbone sont susceptibles de se combiner ensemble dans un grand nombre de proportions diverses. Lorsque celle du carbone est la plus forte, le composé est un fer carburé, ou plombagine; lorsque c'est le fer qui domine, le composé est acier, ou fonte dans différens états, suivant la proportion de l'excès. On peut considérer tous ces composés comme des *sous-carbures de fer*. Le détail le plus complet d'expériences faites sur ces divers composés qui ait paru en Angleterre, est le traité de M. Mushet, publié dans le Magasin Philosophique. Cet ingénieux chimiste a observé que la dureté du fer augmente comme la proportion du charbon avec lequel il se combine, jusqu'à ce que cette proportion s'élève à environ 0.016 de la totalité de la masse. La dureté est alors à son maximum. Le métal acquiert la couleur de l'argent. Il perd son apparence grenue et prend la forme cristalline. Si on ajoute alors du carbone au composé, sa dureté diminue en proportion de la quantité ajoutée (1).

[*Sous-carbures de fer.*] La table suivante

(1) Phil. Mag. XIII. 148.

indique les différentes quantités de charbon qui ont disparu pendant la conversion du fer, dans les différentes variétés de *sous-carbures* connues dans le commerce (1).

0.008	Acier fondu, mou.
0.010	Acier fondu, ordinaire.
0.011	Le même, plus dur.
0.020	Le même, encore plus dur.
0.040	Fonte de fer, blanche.
0.038	*Idem*, grise.
0.066	*Idem*, noire.

10. Le fer ne se combine pas avec l'azote. Le gaz acide muriatique l'oxide, et s'y combine dans cet état, à moins que le gaz n'ait été dépouillé d'eau.

[*Alliages.*] Le fer se combine avec presque tous les métaux.

[*Avec l'or.*] 1. Dans ses trois différens états de fonte, de fer doux, et d'acier, il s'unit très-facilement à l'or. Hatchett en examinant cet alliage le trouva d'une ductilité remarquable lorsqu'il étoit composé de 11 parties d'or et d'une de fer; sa couleur est d'un gris jaunâtre pâle, et sa pesanteur spécifique de 16.885. Le volume des métaux avant la fusion étoit

(1) Phil. Mag. XIII. 142.

de 2799 et de 2843 après leur union ; d'où il suit qu'elle avoit eu lieu avec expansion, ainsi que l'avoit déja remarqué Gellert qui, en évaluant à 1000 le volume des métaux avant leur combinaison, le supposoit devoir être de 1015.7, après qu'elle avoit eu lieu (1). Cet alliage est plus dur que l'or; le docteur Lewis le regarde même comme propre à faire des outils taillans ; mais, dans ce cas sans doute, la proportion du fer doit être augmentée. Lorsque la proportion du fer est de trois ou quatre fois celle de l'or, l'alliage a, suivant le docteur Lewis, la couleur de l'argent (2) et conserve encore, ainsi que l'observe Wallerius, la vertu magnétique (3). L'or peut très-bien servir de soudure au fer.

[*Le platine.*] 2. On trouve ordinairement le platine allié avec le fer. Le docteur Lewis ne put réussir dans les essais qu'il fit pour unir ces deux métaux par la fusion, mais il y parvint avec le platine brut et la fonte de fer, ainsi qu'avec le platine brut et l'acier. L'alliage étoit excessivement dur, mais ayant cependant quelque ductilité lorsque le fer en formoit à-peu-près les 0.75. Sa pesanteur spécifique

(1) Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p. 37.
(2) *Phil. Com.* p. 85.
(3) Wasserberg, I. 115.

surpassoit de beaucoup celle moyenne des métaux dans le rapport des quantités pour lesquelles ils y entroient, le platine ayant détruit dans la fonte de fer la propriété qu'elle a de prendre de l'expansion en devenant solide. Cet alliage, gardé pendant dix ans, n'étoit que très-peu terni. Il devenoit cassant lorsqu'il avoit été chauffé au rouge, et sa cassure le présentoit comme composé de grains noirs sans aucun éclat métallique (1).

[*L'argent.*] 3. Les chimistes modernes n'ont point encore examiné l'alliage de l'argent et du fer. Suivant Wallerius, ces deux métaux s'unissent aisément par la fusion, et quand ils sont en quantités égales, l'alliage a la couleur de l'argent. mais il est plus dur; il est très-ductile et attirable à l'aimant (2).

Morveau (3) a fait voir qu'en tenant quelque tems cet alliage en fusion, les métaux se séparoient l'un de l'autre, suivant leur pesanteur spécifique, formant deux boutons très-distincts, mais qui cependant n'étoient, ni l'un ni l'autre à l'état de pureté. L'argent retient un peu de fer qui le fait obéir à la vertu magnétique. Coulomb

(1) *Phil. Com.* p. 534 et 551.
(2) Wasserberg. I. 156.
(3) Journ. de phys. 1788.

a évalué aux 0.003. la proportion du fer qui restoit unie à l'argent. D'un autre côté le fer retient environ les 0.012 de son poids d'argent, et cette proportion suffit pour lui donner une dureté excessive et une compacité de structure que le fer pur n'a pas (1).

4. Le mercure n'a aucune action sur le fer, et c'est par cette raison que l'on conserve ordinairement ce premier métal dans des vaisseaux de fer. Cependant M. Arthur Aiken a dernièrement observé que ces deux métaux peuvent être combinés ensemble. Pour former un amalgame de fer, il triture ensemble de la limaille de fer et l'amalgame du métal appelé *zinc*, et ajoute au mélange une dissolution de fer dans l'acide muriatique. En faisant ensuite une pâte de ce mélange et en le chauffant, le fer et le mercure se combinent ensemble peu-à-peu, et cette combinaison prend le brillant métallique (2).

[*Le cuivre.*] 5. Le fer ne s'unit que très-difficilement au cuivre par la fusion. On n'a fait aucun usage de cet alliage. Il est de couleur grise, peu ductile, et beaucoup moins fusible que le cuivre. Thenard s'est assuré qu'il est attirable à

(1) Ann. de chim. LXIII. 47.

(2) Phil. Mag. XIII. 416.

l'aimant, même lorsque le fer n'entre que pour les 0.062 dans l'alliage (1). D'après les observations publiées par M. Levavasseur, il paroitroit probable que la variété du fer appelée fer *cassant à chaud*, parce qu'il se casse sous le marteau lorsqu'il est chauffé au rouge, doit quelquefois ses propriétés particulières à la présence du cuivre. Cette variété a plus de ténacité que le fer ordinaire. Elle est, par conséquent, plus convenable pour certains usages. On peut forger ce fer, lorsqu'il est chauffé au blanc. Aussitôt qu'il refroidit, et dès que sa couleur se rembrunit, il faut cesser de le battre, jusqu'à ce qu'il soit devenu d'un cerise obscur; on continue alors, et on le forge jusqu'à ce qu'il soit entièrement froid (2).

Section XI.

Du nickel.

[*Histoire.*] 1. On trouve dans différentes contrées de l'Allemagne un minéral pesant, de couleur brune rougeâtre, qui paroît ressembler au cuivre.

---

(1) Ann. de chim. L. 131.

(2) *Ibid.* LII. 183.

En l'exposant à l'air, il y perd graduellement son éclat, devient d'abord brunâtre et finit par se couvrir de taches vertes. On le prit d'abord pour une mine de cuivre ; mais comme on ne pouvoit pas parvenir à en extraire la moindre portion de ce métal, les mineurs lui donnèrent le nom de *kupfernikel*, ou (faux cuivre). Hierne, qu'on peut considérer comme un des plus savans chimistes suédois, est le premier qui ait parlé de ce minéral. Il en donna la description dans un traité qu'il publia en 1694, sur l'art de découvrir les métaux. Les minéralogistes le regardoient toujours comme une mine de cuivre, lorsque Cronstedt annonça, par le détail de ses expériences, inséré dans les Transactions de Suède en 1751 et 1754, qu'il avoit reconnu que ce minéral contenoit un métal nouveau, auquel il avoit donné le nom de *nickel*.

Cette opinion fut adoptée par tous les Suédois et même par le plus grand nombre des chimistes. Quelques-uns cependant, Sage et Monnet entre autres, affirmèrent que ce n'étoit point un nouveau métal, mais seulement un composé de différens métaux connus, qu'on pouvoit séparer les uns des autres, par les procédés ordinaires. Ces assertions portèrent Bergman à entreprendre une suite

d'expériences sur cette substance, afin d'obtenir, s'il étoit possible, le nickel à l'état de pureté; car Cronstedt n'avoit pu parvenir à en séparer la portion d'arsenic, de cobalt et de fer, qui y adhère fortement. Ces expériences, publiées en 1775 (1), confirmèrent pleinement les conclusions de Cronstedt. Bergman prouva que le nickel possède des propriétés particulières, qu'il ne peut être réduit en aucun autre métal, ni formé artificiellement par aucune combinaison de métaux : d'où il conclut qu'il devoit être considéré comme un métal particulier. Il est possible qu'il soit, de même que plusieurs autres métaux, un composé; mais nous devons admettre comme substance particulière, toute substance qui a des propriétés distinctes, et comme corps simple, tout corps qu'on n'a pu prouver être un composé. Autrement, ce seroit abandonner la véritable route de la science, pour se jeter dans les sentiers de l'illusion et de l'erreur

On obtient très-difficilement le nickel pur. Il est toujours combiné avec plusieurs autres métaux, dont il est extrêmement difficile de le séparer. C'est à la présence de ces métaux, qui en déguisent les propriétés, qu'on doit attri-

(1) Bergman. II. 231.

buer l'hésitation qu'on a mise à l'admettre comme métal particulier. Depuis que l'art de l'analyse des métaux a été sensiblement perfectionné, des chimistes distingués se sont particulièrement occupés de recherches sur ce métal, et on a publié plusieurs procédés pour l'obtenir dans son état de pureté : car le métal cassant qui se vend dans le commerce pour le nickel, contient du fer et de l'arsenic en abondance, un peu de cobalt, de cuivre et de bismuth. Les premières expériences faites, après celles de Bergman, sur la purification du nickel, sont celles de l'École des mines de Paris, dont Fourcroy a publié un extrait (1). Leur méthode étoit longue et incomplète. Depuis la publication de ces expériences, il a été proposé par différens chimistes, et dans les mêmes vues, au moins cinq autres procédés, tous très-ingénieux, et présentant chacun des avantages et des inconvéniens particuliers (2).

(1) *Discours préliminaire*, p. 117.

(2) M. Philips publia un procédé dans le Phil. Mag. XVI. 312; Proust un autre dans le Journ. de phys. LVII. 169; Thenard un autre, Ann. de chim. L. 117; Bucholz un autre, Jour. de Gehlen. II. 282, et III. 201; et Richter un 5[e]. *Ibid.* III. 244. Nous parlerons de ces procédés par la suite. C'est à Richter que nous devons les détails les plus précis sur le nickel.

[*Propriétés.*] 2. Le nickel, aussi pur qu'il est possible de l'obtenir, est d'une belle couleur blanche semblable à celle de l'argent; et, comme ce métal, il laisse une trace blanche quand on le frotte sur la surface polie d'une pierre dure (1). Sa dureté est 8.50 ; de sorte qu'il est beaucoup plus mou que le fer. Sa pesanteur spécifique est, suivant Richter, de 8.279, lorsqu'il a été fondu, et de 8.666 lorsqu'il a été écroui (2).

Il est malléable à chaud comme à froid, et peut être facilement réduit en feuilles de 0.27 millim. d'épaisseur (3).

Il est attirable à l'aimant, au moins aussi fortement que le fer; il peut être, ainsi que ce métal, converti lui-même en aimant, et dans cet état il se dirige vers le nord, lorsqu'il est suspendu en liberté, comme une aiguille magnétique ordinaire (4).

Il exige, pour sa fusion, une température

---

(1) Fourcroy, *Disc. prélim.* p. 117.

(2) Jour. de Gehlen. III. 252.

(3) Richter, *Ibid.*

(4) Bergman, Klaproth, Fourcroy, Richter, etc. M. Chenevix avoit annoncé une méthode pour se procurer du nickel qui n'étoit pas attirable à l'aimant; mais il s'est assuré depuis que cette particularité étoit due à la présence de l'arsenic.

au moins équivalente à 160° de Weedgevood (1). On ne l'a pas encore obtenu cristallisé.

Il n'est point altéré par son exposition à l'air, ni par son contact avec l'eau. (2).

[*S'oxide.*] 3. Lorsqu'on chauffe le nickel à une chaleur médiocre, il se ternit promptement ; et même, s'il est pulvérisé, il se convertit en oxide; mais, par une forte chaleur on le réduit à l'état métallique, car les oxides de nickel sont, ainsi que les oxides d'or, décomposés par la chaleur (3). Nous connoissons actuellement deux oxides de nickel : la couleur de son protoxide est verte, et celle de son peroxide est noire.

[*Protoxide*]. On obtient facilement le protoxide de nickel par le moyen de l'acide nitrique ; il s'y dissout avec effervescence, et forme une dissolution d'une belle couleur vert pré. Le carbonate de potasse l'en précipite en couleur vert pomme, et la potasse pure en un vert foncé ; en faisant sécher, et chauffer au rouge affoibli les précipités de cette dissolution, ils passent à la couleur vert olive foncé, et même à celle grise

(1) Bergman. II. 269. Suivant Richter, il fond au même degré de chaleur que le manganèse.

(2) Richter, *Ibid.*

(3) *Ibid.* p. 254.

noirâtre (1). Dans cet état on peut le considérer comme l'oxide de nickel presque pur. On convertit, de cette manière, 100 parties de nickel en 128 parties d'oxide (2), et par conséquent il est composé de

78 nickel.
22 oxigène.

100

Cet oxide est sans saveur. Il est dissoluble dans les acides avec lesquels il forme une dissolution vert pré. Il est soluble aussi dans l'ammoniaque, et, suivant Richter, cette dissolution est d'un bleu pâle.

[*Peroxide.*] 4. Thenard est le premier qui ait examiné le peroxide de nickel. On peut le former en faisant passer un courant d'acide oximuriatique à travers de l'eau qui tient le protoxide de nickel en suspension. Une partie s'en dissout, et le reste acquiert une couleur noire. Cet oxide est, ainsi que l'autre, soluble dans l'ammoniaque, mais la dissolution se fait avec effervescence due à la décomposition d'une partie de l'ammoniaque par la combinaison de

(1) La couleur olive fut celle que j'obtins dans mes essais. Richter en obtint une noire grisâtre.

(2) Richter, *ibid.* p. 258.

son hydrogène avec partie de l'oxigène de l'oxide. Une semblable effervescence accompagne la dissolution de cet oxide dans les acides. Elle est produite par la séparation d'une portion de son oxigène à l'état de gaz (1). Cet oxide est également soluble dans l'ammoniaque. On n'a pas encore déterminé la proportion de son oxigène.

[*Union avec les combustibles.*] On n'est parvenu à combiner le nickel ni avec le carbone, ni avec l'hydrogène ; il s'unit facilement au soufre et au phosphore.

[*Sulfure.*] Cronstedt trouva qu'on peut aisément former le sulfure de nickel par la fusion. Celui qu'il obtint ainsi étoit jaune, dur, et à petites facettes étincelantes ; mais le nickel dont il s'étoit servi étoit impur.

[*Phosphure.*] On obtient le phosphure de nickel, soit en fondant ce métal avec le verre phosphorique, soit en y projetant du phosphore lorsqu'il est chauffé au rouge. Ce phosphure est blanc ; sa cassure offre des prismes très-déliés réunis ensemble. Lorsqu'il est chauffé, le phosphore brûle et le métal est oxidé. Il est composé de 83 parties de nickel et de

(1) Thenard, Ann. de chim. L. 125.

17 de phosphore (1). Cependant le nickel qui servit à cette opération n'étoit pas pur.

6. L'azote n'a point d'action sur le nickel, et il ne se combine point avec l'acide muriatique.

[*Alliages.*] 7. Les alliages de ce métal ne sont que très-imparfaitement connus.

[*D'or.*] M. Hatchett fondit un mélange de 11 parties d'or et d'une de nickel, et il obtint un alliage d'une belle couleur de bronze. Il étoit cassant et en grains terreux grossiers. La pesanteur spécifique de l'or étoit de 19.172; celle du nickel de 7.8; et celle de l'alliage, de 17.068. Le volume des métaux, avant la fusion, étoit de 2792, et après la fusion, de 2812; d'où il suit qu'il y avoit eu expansion, et que le volume, avant l'union, étant de 1000, il seroit après de 1007. Lorsque la proportion du nickel est diminuée, et qu'on y substitue du cuivre, la fragilité de l'alliage diminue proportionnellement, et sa couleur se rapproche de celle de l'or. L'expansion augmente également en raison de la quantité de cuivre introduite dans l'alliage (2).

[*Autres métaux.*] Avec le cuivre, le nickel

(1) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 135.
(2) Hatchett, *on Alloys of gold*, p. 21.

forme un alliage blanc, dur, cassant, facilement oxidable à l'air. Il se combine très-promptement avec le fer, et forme un alliage dont les propriétés n'ont pas été suffisamment examinées. L'alliage du nickel avec l'étain est blanc, dur, cassant, et se gonfle par la chaleur. Le nickel se combine difficilement avec le plomb; il ne s'unit point à l'argent ni au mercure, et on n'a pas encore essayé de le combiner avec le platine (1).

Mais comme tous ces essais ont été faits avec du nickel impur, on ne peut pas avoir grande confiance dans leur précision.

SECTION XII.

De l'étain.

1. L'étain est un des métaux les plus anciennement connus. Au moins pouvons-nous présumer que l'époque de sa découverte remonte bien haut dans l'antiquité, si nous considérons que ce métal étoit déja d'un grand usage du tems de Moïse (2). Les Phéniciens, qui le tiroient de

---

(1) Cronstedt.

(2) Nombres. XXXI. 22.

l'Espagne et de l'Angleterre, en firent un commerce très-lucratif avec les peuples de ces contrées (1).

[*Propriétés.*] 1. Ce métal, lorsqu'il est pur, est d'une couleur blanche aussi belle et aussi brillante que celle de l'argent; il a une saveur sensible un peu désagréable, et produit, lorsqu'on le frotte, une odeur particulière.

2. Sa dureté est 6 (2), sa pesanteur spécifique 7.291, et 7.299 lorsqu'il a été écroui (3).

3. Il est très-malléable, et peut être réduit en feuilles aussi minces que peut l'exiger son emploi dans les arts; il a moins de ductilité et de ténacité qu'aucun des métaux que nous avons jusqu'ici examinés. Un fil d'étain d'environ deux millimètres de diamètre peut supporter sans se rompre un poids de 242 hectogrammes (4). Il est très-flexible, et fait entendre, quand on le ploie, un bruit particulier qu'on appelle *cri de l'étain.*

4. Il fond à la température de 227°.77 centig. (5); et quand il est fondu, il lui faut

(1) Pline, lib. 4, cap. 34, et lib. 34, cap. 47.

(2) *Minér.* de Kirwan, II. 195.

(3) Brisson.

(4) Muschenbroeck.

(5) Crichton, Phil. Mag. XV, 147.

un très-grand degré de chaleur pour le réduire en vapeur. Si on le laisse refroidir lentement, et si, lorsque sa surface est figée, on décante en la perçant, la portion du métal encore liquide, ce qui reste est cristallisé en prismes rhomboïdaux (1).

[*S'oxide.*] 2. L'étain exposé à l'air y perd promptement son éclat et prend une couleur blanche grisâtre, mais il n'y éprouve aucun autre changement. Il n'agit pas, au moins d'une manière sensible, sur l'eau à froid; mais lorsqu'il est chauffé au rouge, il la décompose, en absorbe l'oxigène, et en dégage l'hydrogène (2).

Quand on fond l'étain avec le contact de l'air, sa surface se recouvre très-promptement d'une pellicule grise qui, par l'agitation, produit une poudre de la même couleur qui est un oxide du métal. Si on continue la chaleur, la couleur de la poudre change par degrés, et elle finit par devenir jaune. En chauffant très-fortement l'étain dans un vaisseau ouvert, il prend feu et est converti en un oxide d'une belle couleur blanche, qu'on peut obtenir en cristaux.

Proust a démontré que l'étain pouvoit se combiner avec l'oxigène en deux proportions

(1) Pajot, Jour. de phys. XXXVIII. 52.

(2) Bouillon-Lagrange, Ann. de chim. XXXV. 208.

différentes, et former ainsi deux oxides qu'on distingue ordinairement par les dénominations d'*oxide jaune* et d'*oxide blanc* (1). Cependant la couleur du premier, lorsqu'il est pur, est grise, et il a beaucoup de brillant métallique.

[*Protoxide.*] 1. On forme le protoxide d'étain en tenant ce métal exposé pendant quelque tems à une chaleur médiocre; mais, dans ce cas, il n'est jamais pur. On peut cependant l'obtenir tel, par la méthode suivante. On dissout l'étain dans l'acide muriatique, soit à l'aide de la chaleur, soit par addition d'une petite quantité d'acide nitrique. Quand la dissolution est complètement opérée, on y ajoute de la potasse en excès. Il se précipite une poudre blanche qui est en partie redissoute, mais dont la portion qui reste prend une couleur gris foncé, et même avec brillant métallique (2). Cette portion qui reste est le protoxide pur d'étain. Il est sans saveur, très-promptement soluble dans les acides, et par degrés, dans la potasse; lorsqu'il est uni à d'autres corps, il absorbe l'oxigène avec une grande activité. Suivant l'ana-

(1) Ann. de chim. XXVIII. 213.

(2) *Voy.* Proust, Ann. de chim. XXVIII, p. 213; et Berthollet, Stat. chim. II. 459.

lyse de Proust, 100 parties d'étain se combinent, en devenant à l'état de protoxide, avec 25 parties d'oxigène, d'où il suit que le protoxide est composé de,

80	étain.
20	oxigène.
100	

[*Peroxide.*] 2. On peut obtenir le peroxide d'étain en chauffant ce métal dans l'acide nitrique concentré. Il se produit une effervescence violente; l'étain est converti en totalité en une poudre blanche qui se dépose au fond du vaisseau. Elle est composée d'environ 28 parties d'oxigène et 72 d'étain. Cet oxide ne s'altère point à l'air; il se dissout très-rapidement dans la potasse, ainsi que dans l'acide muriatique. Si l'on fait passer dans cette dissolution un courant de gaz hydrogène sulfuré, l'oxide est aussitôt réduit.

[*Union avec les combustibles.*] 3. On ne connoît pas d'union de l'étain avec le carbone ni avec l'hydrogène. Le soufre et le phosphore s'y combinent très-facilement.

[*Sulfure.*] 1. On obtient le sulfure d'étain en projetant du soufre en morceaux dans de l'étain tenu en fusion dans un creuset, ou en

faisant fondre ensemble les deux substances. Ce sulfure est cassant, plus pesant que l'étain et moins fusible. Il est de couleur bleuâtre; d'un tissu lamelleux, et susceptible de cristallisation. Il est composé, d'après Bergman, de 80 parties d'étain et de 20 de soufre; et, suivant Pelletier, de 85 parties d'étain et de 15 de soufre (1).

[*Oxide sulfuré.*] 2. En chauffant, par degrés, dans une cornue, portions égales d'oxide blanc d'étain et de soufre, il se sublime un peu de soufre, il se dégage de l'acide sulfureux, et ce qui reste est une substance composée de 40 parties de soufre et de 60 d'oxide blanc d'étain, appelé autrefois *or musif*, et actuellement *oxide sulfuré d'étain.* Il consiste en flocons de belle couleur d'or, excessivement légers, et qui adhèrent à la peau. Le procédé qu'on employoit autrefois pour faire cette substance étoit très-compliqué. Pelletier est le premier qui en ait fait connoître la véritable composition, et qui ait ainsi facilité les moyens d'apporter des perfectionnemens importans dans la méthode de le fabriquer (2).

[*Phosphure.*] 3. En fondant ensemble, dans

---

(1) Ann. de chim. XIII. 287.

(2) *Voyez* son Mémoire, *ibid.* p. 280.

un creuset, parties égales de limaille d'étain et de verre phosphorique, on forme le phosphure d'étain. Une portion de ce métal, qui a une très-grande affinité pour l'oxigène, se combine avec celui du verre phosphorique pendant la fusion, et il entre à l'état d'oxide, en vitrification avec la partie de ce verre non décomposée; le reste de l'étain se combine avec le phosphore qu'a abandonné l'oxigène enlevé par l'étain au verre phosphorique. Ce composé se laisse entamer au couteau. Il s'applatit d'abord sous le marteau, mais bientôt il se sépare en lames. Lorsqu'il est fraîchement coupé, sa couleur est d'un blanc d'argent. Sa limaille ressemble à celle du plomb. Si on en jette sur des charbons allumés, le phosphore brûle. On peut également former le phosphure d'étain en projetant de petits morceaux de phosphore sur de l'étain tenu en fusion dans un creuset. Ce phosphure est composé, suivant Pelletier à qui nous sommes redevables d'expériences intéressantes sur tous les phosphures, d'environ 85 parties d'étain et 15 de phosphore (1). Margraf avoit obtenu ce phosphure, mais il n'en connoissoit pas la composition.

4. L'étain ne se combine ni avec l'azote, ni

(1) Ann. de chim. XIII. 116.

avec l'acide muriatique, quoique cet acide le convertisse en un oxide.

[*Alliages.*] 5. L'étain est susceptible de se combiner avec le plus grand nombre des substances métalliques, et quelques-uns de ses alliages sont d'un grand usage. Il sont, pour la plupart, cassans. Les anciens métallurgistes considéroient comme une propriété de l'étain, celle de rendre les autres métaux fragiles par son alliage avec eux (1). De là vient qu'ils l'appeloient *diabolus metallorum*.

[*Or.*] 1. Il s'unit facilement à l'or par la fusion. Les anciens chimistes avoient supposé que quelle que fût la proportion de l'étain dans son alliage avec ce précieux métal, il avoit la propriété de le rendre cassant; mais des expériences plus précises sur cet alliage ont démontré l'erreur de cette opinion. Les premières de ces expériences sont dues à M. Alchorne qui les publia dans les Transactions Philosophiques pour 1784, expériences dont les résultats ont été depuis confirmés amplement par les essais de M. Hatchett. L'alliage de 11 parties d'or et d'une partie d'étain est d'un blanc très-pâle. Cet alliage est cassant quand il a une certaine épaisseur, mais

(1) *Voyez* la *Chimie* de Etmuller, p. 332.

lorsqu'il est fondu en morceaux minces, il peut être aisément ployé ; il ne supporte pas cependant l'action du laminoir. Sa fracture est d'un beau grain et d'une apparence terreuse. La pesanteur spécifique de cet alliage étoit de 17.307. Le volume des deux métaux, avant la fusion, étant 1000, il étoit réduit après, à 981, de manière qu'ils s'étoient considérablement contractés en s'unissant ensemble (1). En faisant cet alliage avec parties égales d'étain et de cuivre, il étoit de couleur jaune pâle et cassant; mais lorsque la proportion de l'étain ne s'élevoit qu'aux 0.016 de la totalité, l'alliage devenoit parfaitement ductile (2). Nous voyons en effet par les expériences d'Alchorne que quand l'or n'est allié qu'avec 0.027 d'étain, il conserve assez de sa ductilité pour être laminé et estampé par les moyens ordinaires. Mais M. Tillet a fait observer que lorsque cet alliage est chauffé au rouge, il tombe en morceaux, ce qu'on devoit bien supposer, puisqu'alors l'étain fond. L'un et l'autre de ces faits ont été confirmés par les dernières expériences de M. Bingley. Il trouva qu'un alliage d'or avec 0.016 d'étain chauffé à une chaleur

(1) Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p. 32.
(2) *Ibid.*

rouge visible au jour, ce qui répond au 5e. degré de Weedgewood, étoit entièrement ductile et capable de recevoir, par le travail, toute forme quelconque; mais que lorsque cet alliage étoit chauffé au rouge cerise, ou au 10e. degré de Weedgewood, il commence à se former des boursoufllures sur la surface du barreau, qui perd à la fin sa continuité, et tombe en une masse de couleur foncée avec peu d'éclat métallique (1).

[*Platine.*] Nous voyons, par les expériences de Lewis, que l'étain et le platine entrent promptement ensemble en fusion; que l'alliage qu'ils forment est cassant et de couleur foncée quand les deux métaux y entrent en proportion égale; qu'il continue ainsi jusqu'à ce que celle du platine ne soit plus que d'environ 0.111, qu'alors il prend de la ductilité et la couleur blanche, et que ces effets vont en augmentant à mesure que la proportion du platine diminue. Lorsque cet alliage est gardé pendant quelque tems, sa surface se ternit par degrés et devient jaune, ce qui n'a pas aussi promptement lieu si cette surface a été polie (2).

[*Argent.*] 5. L'alliage d'argent et d'étain est

(1) Hatchett, *on Alloys of gold*, p. 32.
(2) *Philos. Com.* p. 510.

très-cassant et très-dur. Il fut examiné par Kraft et Muschenbroeck ; suivant eux, une partie d'étain et 4 d'argent forment un composé aussi dur que le bronze. L'addition d'une plus grande quantité d'étain rend cet alliage plus mou. Il a une apparence grenue, et s'oxide facilement. Gellert a trouvé que ces deux métaux se contractent en s'unissant (1).

[*Mercure.*] 4. Le mercure dissout très-facilement l'étain à froid; et en en versant dans de l'étain en fusion, ces métaux se combinent dans toutes les proportions. Lorsque cet amalgame se compose de 3 parties de mercure et d'une partie d'étain, il cristallise en cubes, ainsi que Daubenton l'a observé, mais suivant Sage, en lames grises, brillantes, amincies vers leurs bords, attachées les unes aux autres de manière à laisser entre elles des cavités polygones.

On emploie cet alliage pour l'étamage des glaces. On applique sur une table une feuille d'étain extrêmement mince et bien battue; on l'y étend avec une règle polie, arrondie du côté où elle presse l'étain. On couvre ensuite la surface de cette feuille de mercure que l'on tamponne avec soin jusqu'à ce que les deux métaux soient incorporés. On fait alors glisser une

(1) *Métallurgie chim.* p. 140.

glace sur cette feuille d'étain, et on l'y maintient en la chargeant avec des corps pesans; l'excès du mercure s'écoule, et dans peu de tems la feuille d'étain adhère fortement à la glace et la convertit en miroir (1).

[*Cuivre.*] 5. L'union de l'étain avec le cuivre est très-facile, très-prompte, et produit un alliage qui est d'une grande utilité dans les arts. Il forme, suivant les différentes proportions dans lesquelles ces deux métaux y entrent, le métal des canons, celui des cloches, le bronze, et les miroirs des télescopes. L'addition de l'étain diminue la ductilité du cuivre; elle augmente sa dureté, sa ténacité, sa fusibilité, et le rend plus sonore. La pesanteur spécifique de cet alliage est plus grande que la somme de celles des deux métaux qui le composent. Il résulte des expériences de Briche, que cette augmentation de pesanteur spécifique est d'autant plus forte qu'il y a plus d'étain dans l'alliage, et que cette augmentation est à son maximum dans l'alliage de 100 parties de cuivre et de 16 d'étain, dont la pesanteur spécifique est

(1) Watson's, *Chem. Essays.* IV. 240. Il y a lieu de croire, suivant ce chimiste, que l'art de faire des miroirs par l'application sur le verre d'une feuille de métal étoit connu dès les premiers siècles.

de 8.87. Celle de l'alliage de parties égales de cuivre et d'étain est de 8.79; mais la pesanteur spécifique du cuivre étant de 8.7, et celle de l'étain de 7.3, la pesanteur spécifique de l'alliage à parties égales des deux métaux, devroit être de 8. Il y a donc augmentation de densité de 0.79 (1). Il faut tenir longtems ces deux métaux en fusion, et bien agiter la matière en cet état, pour que le mélange en soit bien exact; autrement la plus grande partie de l'étain surnage le mélange, et la plus grande partie du cuivre reste au-dessous. Il en résulte alors deux alliages différens; l'un, composé d'une grande proportion de cuivre combiné avec une petite quantité d'étain, l'autre, d'une grande proportion d'étain allié avec une petite quantité de cuivre.

[*Métal de canons.*] Le bronze et le métal des canons sont composés de 100 parties de cuivre combinées avec une proportion de 8 à 12 parties d'étain. Cet alliage est cassant, jaune, plus pesant que le cuivre qu'il surpasse de beaucoup en ténacité : il est beaucoup plus fusible et moins susceptible de s'altérer à l'air. C'est avec cet alliage que les anciens fabriquoient leurs instrumens tranchans, avant

(1) Journ. des mines, an V, p. 881.

que l'art de travailler le fer fût perfectionne. Le χαλκοσ des Grecs, et peut-être le *æs* des Romains, n'étoient-ils autre chose que cet alliage (1). On lui donne souvent le nom d'*airain*, quoique dans la stricte acception de ce mot il désigne un composé de cuivre et de zinc. Il ne se fait en Angleterre de canons d'airain qu'à Woolwich. La proportion de l'étain varie depuis 8 parties jusqu'à 12, sur 100 parties de cuivre. Plus ce dernier métal est pur, et plus il exige d'étain pour cet alliage qui est plus sonore que le fer, d'où il s'ensuit que le bruit du coup des canons d'airain est beaucoup plus considérable que celui des canons de fonte de fer (2).

[*Métal de cloches.*] Le métal de cloches est ordinairement composé de trois parties de cuivre et d'une d'étain. Sa couleur est blanche grisâtre : il est très-dur, sonore et élastique. On peut séparer de cet alliage la plus grande portion de l'étain, en le mettant en fusion, et en y jetant un peu d'eau. L'étain décompose l'eau, il est oxidé, et vient à la surface. Le métal de cloches se fait ordinairement en Angleterre, suivant Swendenburg,

(1) *Voy.* l'*Analyse* de Dizé, Jour. de phys. 1790.
(2) *Voy. Essais de chim.* de Watson. IV. 127.

avec les scories de fonderies de canons d'airain, fondues de nouveau (1). La proportion d'étain, dans le métal de cloches, varie. Il y en entre moins dans les cloches des églises que dans les timbres des horloges; et dans les plus petits, comme ceux des montres, on ajoute un peu de zinc à l'alliage (2).

L'alliage dont on se sert pour les miroirs des télescopes, est celui qu'employoient les anciens pour la composition de leurs miroirs: il consiste dans environ deux parties de cuivre unies à une partie d'étain. Les meilleures proportions, suivant Mudge, sont celles de 32 parties de cuivre et de 14.5 d'étain. Klaproth ayant eu occasion de faire l'analyse d'un échantillon de miroir ancien, le trouva composé de

62	cuivre.
32	étain.
6	plomb.
100	

mais il y considéra la présence du plomb comme accidentelle (3). Cet alliage, très-dur, est de couleur d'acier, et susceptible d'un beau

(1) Wasserberg. I. 262.
(2) Watson's, *Chemy Essays*. IV. 132.
(3) Phil. Mag. XVII. 294.

poli; mais on se sert encore souvent, pour le même objet, de plusieurs autres composés (1).

[*Cuivre étamé.*] On recouvre ordinairement d'une couche mince d'étain les vaisseaux de cuivre, et spécialement ceux qui servent comme ustensiles de cuisine, afin de les garantir de l'oxidation du cuivre, et d'éviter que les alimens qu'on y prépare ne prennent aucune imprégnation de ce métal vénéneux. On appelle vaisseaux *étamés* ceux qui ont subi cette préparation. Elle consiste à bien racler la surface intérieure du vaisseau avec un instrument de fer; on la frotte ensuite avec du muriate d'ammoniaque; on la chauffe, et on la saupoudre de poix résine : on verse de l'étain fondu qu'on étend bien sur toute cette surface, qui blanchit aussitôt et prend la couleur argentine. L'opération préalable de l'étamage, celle qui consiste à gratter la surface intérieure du vaisseau, a pour objet de le mettre à l'état de cuivre parfaitement pur et métallique, parce que l'étain ne se combineroit point avec l'oxide de cuivre. Bayen a vérifié qu'une casserolle de cuivre, de 243 millim. de diamètre, et de

(1) *Voy.* Wasserberg. I. 262; et Watson's, *Chem. Essays.* IV. 139.

87 millim. de profondeur, n'avoit augmenté en poids, par l'étamage, que de 1.110 grammes. Il n'y a aucun moyen de faire l'enduit plus épais; on peut bien appliquer plus d'étain, mais alors il fond à une chaleur médiocre; il coule, et abandonne la surface du vaisseau.

[*Fer.*] 6. L'étain ne s'unit pas aisément au fer; on peut cependant en former un alliage, en fondant ensemble les deux métaux dans un creuset fermé, garanti avec soin de tout accès de l'air; Bergman est celui qui a fait les expériences les plus exactes sur cet alliage. En fondant ensemble les deux métaux, il obtint toujours deux alliages distincts; l'un, composé de 21 parties d'étain et d'une partie de fer; l'autre de 2 parties de fer et d'une partie d'étain. Le premier est très-malléable, plus dur que l'étain, et moins brillant; le second n'est que médiocrement malléable, et trop dur pour se laisser entamer par le couteau (1).

[*Ferblanc.*] La formation de l'alliage si généralement employé, connu sous le nom de *ferblanc*, est une preuve suffisante de la combinaison du fer et de l'étain. On plonge dans un bain d'étain fondu des feuilles de fer

(1) Bergman. III. 471.

très-minces, qu'on a rendues bien claires en les frottant avec du sable, et qu'on a mis tremper pendant vingt-quatre heures dans une eau acidulée avec de la farine aigrie, ou de l'acide sulfurique. Par cette opération, non-seulement l'étain a recouvert la surface du fer, mais encore il l'a complètement pénétré et rendu blanc dans toute sa masse. On est dans l'usage d'ajouter 0.025 de cuivre à l'étain, pour éviter qu'il ne forme sur le fer un enduit trop épais (1).

SECTION XIII.

Du plomb.

1. La connoissance du plomb semble dater des premiers siècles. Moïse en fait plusieurs fois mention. Il paroît que les anciens l'avoient considéré comme un métal qui se rapprochoit beaucoup de l'étain.

[*Propriétés.*] 1. Le plomb est d'une couleur blanche bleuâtre ; il a beaucoup d'éclat lorsqu'il est nouvellement fondu ; mais il se ternit promptement à l'air. Il a peu de saveur,

---

(1) Watson's, *Chem. Essays.* IV. 191.

et donne par le frottement une odeur qui lui est particulière. Il laisse une teinte bleuâtre sur le papier ou sur les doigts. Pris intérieurement, il agit comme poison.

2. Sa dureté est 5.50, sa pesanteur spécifique 11.3523 (1). Loin que cette pesanteur spécifique augmente lorsqu'il est écroui, Muschenbroeck a trouvé qu'elle étoit réellement moindre dans le plomb tiré en fil, ou soumis pendant longtems à l'action du marteau. Un échantillon de plomb non écroui avoit une pesanteur spécifique de 11.470; elle n'étoit plus que de 11.317 lorsque cet échantillon fut passé à la filière; et enfin elle se trouva réduite à 11.2187, lorsqu'il eut été écroui. Cependant alors sa force de ténacité étoit presque triplée (2).

3. Le plomb est très-malléable; il s'étend facilement sous le marteau, et peut y être réduit en feuilles très-minces. Il peut être également tiré en fil, mais sa ductilité est peu considérable. Il en est de même de sa ténacité. Un fil de plomb, de 2 millim. de diamètre, peut à peine supporter sans se rompre un poids de 8.810 kilogr.

(1) Brisson.

(2) Wasserberg. I. 341.

4. Le plomb entre en fusion, d'après les dernières expériences de Crichton de Glasgouw, à la température de 322°.22 centigr. (1); et par une plus forte chaleur, il bout et se volatilise. En refroidissant lentement, il cristallise. M. Mongez l'obtint en pyramides quadrangulaires; et Pajot, en un polyèdre de trente-deux côtés, formé par la réunion de six pyramides quadrangulaires (2).

[*S'oxide.*] 2. Le plomb exposé à l'air y perd promptement son éclat. Il prend d'abord une couleur grise foncée, et à la fin sa surface devient presque blanche. Ce changement est dû à sa combinaison par degrés avec l'oxigène, et à sa conversion en un oxide; mais cette conversion est extrêmement lente; la couche extérieure d'oxide qui se forme d'abord, préservant pendant très-longtems le reste du métal de l'action de l'air.

L'eau n'a point d'action directe sur le plomb, mais elle facilite celle de l'air sur ce métal; car il s'oxide beaucoup plus rapidement lorsqu'il est maintenu dans un état constant d'humidité; et c'est par cette raison que se forme la croûte blanche que l'on remarque sur les parois des vaisseaux de plomb qui contien-

---

(1) Phil. Mag. XVI. 49.
(2) Journ. de phys. XXXVIII. 53.

nent de l'eau, justement à l'endroit où se termine la surface supérieure de ce liquide.

On considère actuellement le plomb comme capable de s'unir à l'oxigène en quatre proportions différentes, et de former ainsi quatre oxides très-distincts.

[*Oxide jaune.*] 1. L'oxide jaune de plomb, le plus anciennement connu, et celui qui a été examiné avec le plus de soin, s'obtient par la dissolution du plomb dans une quantité d'acide nitrique suffisante pour que cette dissolution soit sans couleur. On la sature alors de carbonate de potasse avec excès ; il se précipite une poudre blanche, qui, lorsqu'elle est séchée, et chauffée à-peu-près au rouge, prend une couleur jaune. C'est le pur *oxide jaune de plomb*. Cet oxide est sans saveur, insoluble dans l'eau, mais soluble dans la potasse et les acides. Il se fond promptement par la chaleur, et forme un verre jaune demi-transparent, dur et fragile. Si la chaleur est plus violente, il s'en volatilise une partie. Lorsqu'on le tient pendant quelque tems chauffé à l'air, sa surface devient d'un rouge de brique. Cet oxide est composé, suivant Proust, de 91 parties de plomb et de 9 d'oxigène (1). L'analyse que j'en ai faite m'a donné 89.7 de plomb et 10.3

(1) Jour. de phys. LVI. 206.

d'oxigène (1). En considérant le terme moyen de ces deux résultats comme le plus approchant de la vérité, l'oxide de plomb se trouvera contenir

90.5	plomb.
9.5	oxigène
100.0	

Donc 100 parties de plomb s'unissent par leur conversion en oxide jaune, à 10.6 d'oxigène.

Quand on tient le plomb en fusion en contact avec l'atmosphère, sa surface se couvre promptement d'une pellicule de couleur grise. Si on enlève cette première pellicule, une autre lui succède, et en continuant la chaleur, on peut ainsi convertir la totalité du plomb en pellicules semblables. Si on chauffe ces pellicules, en les agitant pendant quelque tems avec le contact de l'air, elles se changent en une poudre grise verdâtre, dont la couleur est due, ainsi que Proust l'a fait remarquer, au mélange de l'oxide de couleur jaune, avec une portion de plomb à l'état métallique. Si on continue de chauffer avec le contact de l'air cette poudre verdâtre, elle absorbe plus d'oxigène; la portion de plomb à l'état métallique qu'elle

(2) Nicholson's, *Jour.* VIII. 283.

contenoit est oxidée, et le tout est alors converti en un oxide jaune connu dans le commerce sous le nom de *massicot.*

[*Blanc de plomb.*] En exposant des lames de plomb à la vapeur du vinaigre tiède, elles sont peu-à-peu corrodées, et se recouvrent d'une poudre blanche pesante, employée comme cosmétique et connue sous le nom de *blanc de plomb.* Cette poudre, autrefois considérée comme un oxide particulier de plomb, n'est autre chose qu'un composé de l'oxide jaune et d'acide carbonique.

[*Protoxide.*] Les chimistes avoient été pendant longtems dans la persuasion que l'oxide jaune de plomb, étoit ce métal dans son état d'oxigénation au *minimum*, mais M. Proust a trouvé le moyen d'obtenir un oxide qui contient encore une moindre proportion d'oxigène. En dissolvant du plomb dans l'acide nitrique, et en faisant boullir les cristaux qu'on obtient de cette dissolution avec des morceaux de plomb métallique, il se forme des cristaux en écailles, de couleur jaune, brillans, et très-solubles dans l'eau. Ces cristaux sont composés, suivant Proust, du protoxide de plomb, combiné avec l'acide nitrique.

En répétant l'expérience de Proust, en décomposant le sel jaune par la potasse, et en

examinant l'oxide, il présenta à-peu-près les mêmes propriétés que l'oxide jaune, et en le combinant avec l'acide nitrique, il produisit presque la même quantité de sel que l'oxide jaune. Le résultat ne présentoit d'autre différence que de porter la composition du protoxide de Proust à

91.5	plomb.
8.5	oxigène.
100.0	

différence si petite, que je fus porté à la considérer comme provenant d'erreur dans l'expérience, et à attribuer celle qui existoit entre le sel jaune de Proust et le nitrate ordinaire de plomb, à une altération dans la proportion de l'acide. Mais après un nouvel examen, les phénomènes me semblèrent peu compatibles avec cette supposition, et mes expériences ne me parurent, en aucune manière, suffisantes pour démontrer l'identité des deux oxides. Nous devons donc jusqu'à présent, je pense, considérer l'oxide de Proust comme distinct, et comme contenant un peu moins d'oxigène que l'oxide jaune : c'est par conséquent un *protoxide de plomb*.

[*Oxide rouge.*] 3. Si l'on met le massicot,

réduit en poudre fine, dans un fourneau et qu'on le remue continuellement, pendant que la surface en est exposée à la flamme du combustible, il se convertit, au bout d'environ 48 heures, en une belle poudre rouge, connue sous le nom de *minium* ou *plomb rouge* (1). Cette poudre, dont on fait également usage comme cosmétique, est le *tritoxide*, ou *oxide rouge de plomb*.

Le plomb rouge est une poudre sans saveur, d'une couleur rouge intense, et très-pesante. Sa pesanteur spécifique est suivant Muschenbroeck, de 8.940. Il ne perd pas sensiblement de son poids par une chaleur de 204°.44 centigr.; mais quand il est chauffé au rouge, il s'en dégage du gaz oxigène, et il se fond par degrés en un verre brun foncé très-dur. Il perd, dans cette fusion de 0.04 à 0.07 de son poids, et une portion du plomb est réduite à l'état métallique. Le plomb rouge ne paroît pas susceptible de se combiner avec les acides. Ils ont bien, pour la plupart, de l'action sur cet oxide, mais elle se borne à le réduire à son premier état d'oxide jaune. D'après mes expériences, l'oxide rouge est composé de

(1) Watson's, *Chem. Essays*. III. 338.

88 plomb.
12 oxigène.
100

D'où il suit que 100 parties de plomb se combinent, en devenant plomb rouge, à 13.6 d'oxigène.

[*Peroxide.*] 4. Si l'on verse sur de l'oxide de plomb rouge de l'acide nitrique foible, l'oxide se dissout en grande partie, et il s'en sépare environ les 0.15 d'une poudre noire ou plutôt brun foncé. C'est le *peroxide* ou *oxide brun de plomb*, que Schéele a trouvé le premier (1). La meilleure méthode pour préparer cet oxide, est celle indiquée par Proust et perfectionnée depuis par Vauquelin. Elle consiste à mettre une certaine quantité d'oxide rouge de plomb dans un vaisseau en partie rempli d'eau, et à y faire passer du gaz acide oximuriatique. La couleur de l'oxide devient de plus en plus foncée, et à la fin il est dissous. En ajoutant alors de la potasse à la dissolution, l'oxide brun de plomb en est précipité. On peut obtenir ainsi de 100 parties d'oxide rouge, 68 parties d'oxide brun (2).

(1) Schéele. I. 113; et Proust, Ann. de ch. XXIII. 98.
(2) Fourcroy. IV. 91.

Cet oxide est une poudre très-fine et très-brillante, sans saveur, et de couleur brun puce. Il n'est point attaqué par les acides nitrique ou sulfurique. Il cède son oxigène à l'acide muriatique, et le convertit en un acide oximuriatique. Il abandonne par la chaleur, 0.09 d'oxigène, et est converti en oxide jaune. Suivant l'analyse de Proust, l'oxide brun est composé de 79 parties de plomb, et de 21 d'oxigène, et, d'après la mienne, de 81.6 de plomb et de 18.4 d'oxigène. En prenant le terme moyen de ces deux analyses, l'oxide brun de plomb se composera de

80 plomb.
20 oxigène.

100

Ainsi 100 parties de plomb absorbent, en passant à l'état d'oxide brun, 25 parties d'oxigène.

[*Coupellation.*] 5. Tous les oxides de plomb sont très-facilement convertis en verre, et dans cet état, ils se combinent, en les oxidant, à presque tous les autres métaux, excepté l'or, le platine, l'argent, et les métaux nouvellement découverts dans le platine brut. Cette propriété rend le plomb d'un usage extrêmement avantageux pour opérer la séparation de l'or et de

l'argent d'avec les métaux moins précieux auxquels ils peuvent être mêlés. On purifie l'or et l'argent en faisant fondre l'un ou l'autre de ces métaux avec du plomb, et en les tenant pendant quelque tems dans cet état dans un petit vaisseau creusé en forme de coupe plate, nommé *coupelle*, fait avec des os calcinés et pulvérisés, ou avec des cendres de bois. Le plomb se vitrifie par degrés, il scorifie les métaux étrangers au métal essayé; dans cet état, il passe avec eux à travers les pores de la coupelle, et laisse dans son bassin l'or ou l'argent à l'état de pureté. Ce procédé s'appelle *coupellation*.

[*Affinage du plomb.*] 6. Le plomb extrait de sa mine contient toujours de l'argent, dont la proportion varie suivant la nature de la mine, depuis quelques décigrammes jusqu'à 1200 grammes ou plus par cent de kilog. On l'en sépare ordinairement par le procédé connu sous le nom d'*affinage*, lorsque la proportion en est suffisante pour indemniser de la dépense de cette opération. On met le plomb dans une espèce d'écuelle plate très-large, faite avec un mélange d'os calcinés et de cendres de fougère, qu'on appelle *têt*. Le plomb exposé dans ce vase à l'action de la flamme du fourneau, y prend par degrés l'état vitriforme; il se dissipe, ou

pénètre dans les pores du têt sur lequel l'argent reste seul à l'état de pureté. Dans cette opération, le plomb est converti en une substance connue sous le nom de *litharge*. Lorsqu'on la retire à l'état de fusion, elle se forme d'abord en masse cohérente; mais par son exposition à l'air, elle se divise peu-à-peu en petites écailles, en partie de couleur rouge et en partie d'un jaune doré, qui ne sont autre chose que l'oxide jaune de plomb combiné avec une certaine proportion d'acide carbonique (1).

[*Union avec les combustibles.*] 3. On n'est pas encore parvenu à combiner le plomb, ni avec le carbone, ni avec l'hydrogène, mais le soufre et le phosphore s'y unissent très-facilement.

[*Phosphure.*] 1. On obtient le phosphure de plomb en fondant dans un creuset un mélange, à parties égales, de limaille de plomb et de verre phosphorique. Ce phosphure est d'un blanc d'argent un peu bleuâtre ; il se ternit promptement à l'air; il est susceptible d'être entamé par le couteau et d'être séparé en feuilles

(1) Duhamel, dans une dissertation publiée dans le 3e. volume des Mémoires de l'Institut, p. 306, a indiqué des perfectionnemens à cette méthode de séparer l'argent du plomb par la coupellation.

par l'action du marteau. On peut également le former en jetant du phosphore dans du plomb fondu dans un creuset. Il est composé d'environ 12 parties de phosphore et 88 de plomb (1).

[*Sulfure.*] 2. On forme le sulfure de plomb, soit en fondant dans un creuset ces deux métaux stratifiés ensemble, soit en jetant par intervalles du soufre dans du plomb fondu. Ce sulfure est cassant, brillant, de couleur grise bleue, et beaucoup moins fusible que le plomb. Le plomb et le soufre se rencontrent souvent combinés ensemble dans la nature, et cette combinaison, qui est ordinairement cristallisée en cubes, se nomme *galène;* sa pesanteur spécifique varie, mais elle n'est jamais de beaucoup inférieure à 7.

[*Sur-sulfure.*] 7. Le plomb paroît être susceptible de s'unir au soufre dans deux proportions différentes. Cette union, au *minimum*, forme le *sulfure* de plomb, qui est la galène ordinaire des minéralogistes. Il est composé d'environ 86 parties de plomb et 14 de soufre, ou 100 parties de plomb sont combinées dans ce sulfure avec 16 parties de soufre.

Outre ce sulfure ordinaire, il s'en rencontre, quelquefois, un autre de couleur plus claire,

(1) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 114.

plus brillant, qui, à la flamme d'une bougie, ou mis sur des charbons allumés, brûle avec une flamme bleue. Il contient au moins 0.25 de soufre; c'est donc un *sur-sulfure* de plomb. Cette variété n'a point encore été désignée par les minéralogistes, ni artificiellement produite par les chimistes.

4. Le plomb ne se combine point avec le gaz azote. L'acide muriatique le corrode peu-à-peu, et le convertit en un oxide blanc.

5. Le plomb est susceptible de s'unir avec le plus grand nombre des substances métalliques.

[*Alliage avec l'or.*] 1. En fondant ensemble 11 parties d'or et une partie de plomb, on forme un alliage qui a extérieurement la couleur de l'or, mais un peu plus pâle. Il est excessivement cassant, se brisant comme le verre, d'une fracture grenue de couleur brune pâle, sans aucun éclat métallique, et ayant l'apparence de la porcelaine. Cet alliage conserve sa fragilité, lors même que la proportion du plomb est réduite aux 0,0005. Les fumées du plomb suffisent pour détruire la ductilité de l'or. La pesanteur spécifique de l'alliage de 11 parties d'or et d'une de plomb, est de 18.080, un peu moindre que celle moyenne proportionnelle des deux métaux alliés qui ont par conséquent

éprouvé de l'expansion en s'unissant. Cette expansion augmente à mesure que la proportion du plomb diminue, lorsqu'on y supplée, celle de l'or restant la même, par une addition de cuivre ; elle est à son *maximum*, lorsque le plomb n'entre que pour 0.001 dans l'alliage. La table suivante offre les différens degrés de cette expansion remarquable.

MÉTAUX	GRAINS.	GRAMM.	PESANTEUR spécifique de l'alliage.	VOLUME avant l'union.	VOLUME après l'union.	Expansion
Or.... Plomb.	442 38	28.615 2.460	18.080	1000	1005	5
Or.... Plomb. Cuivre.	442 19 19	28.615 1.230 1.230	17.765	1000	1006	6
Or.... Cuivre. Plomb.	442 30 18	28.615 1.942 1.165	17.312	1000	1022	22
Or.... Cuivre. Plomb.	442 34 4	28.615 2.201 0.259	17.032	1000	1035	35
Or.... Cuivre. Plomb.	442 37.5 0.5	28.615 2.428 0.032	16.627	1000	1057	57
Or.... Cuivre. Plomb	442 37.75 0.25	28.615 2.444 0.016	17.039	1000	1031	31 (1)

(1) *Voyez* Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p2 et 67.

[*Avec le platine.*] 2. Le docteur Lewis fondit ensemble le platine brut et le plomb en diverses proportions, et comme il falloit une chaleur violente pour opérer l'union de ces deux métaux, une portion du plomb étoit volatilisée. L'alliage étoit d'un tissu fibreux ou folié, et devenoit promptement de couleur pourpre à l'air. Il étoit très-dur et très-cassant lorsque les deux métaux y entroient à parties égales, et ces qualités diminuoient en raison de ce que la proportion du platine y étoit moindre ; lorsqu'on fondoit de nouveau cet alliage, une portion du platine s'en séparoit et se déposoit (1). On a fait beaucoup d'expériences avec cet alliage, à l'effet de s'en servir, s'il étoit possible, pour séparer le platine des autres métaux, et le purifier ainsi comme l'or et l'argent ; mais à peine aucune de ces expériences a-t-elle réussi, par la grande difficulté de produire le degré de chaleur qu'exige le platine pour être tenu en fusion (2).

[*Avec l'argent.*] 3. Le plomb fondu dissout une grande portion d'argent à une chaleur légèrement rouge ; l'alliage est très-cassant (3). Sa

(1) *Phil. Com.* p. 512.

(2) *Ibid.* p. 561.

(3) Lewis, *Chim.* de Neuman, p. 57.

couleur se rapproche de celle du plomb, et suivant Kraft, sa pesanteur spécifique est plus grande que la densité moyenne des deux métaux unis. D'après les expériences de Muschenbroeck, l'addition du plomb diminue la ténacité de l'argent. Cet alliage est facilement décomposé par la séparation du plomb dans le procédé de la coupellation.

[*Avec le mercure.*] 4. Le mercure s'unit très-facilement au plomb, et dans toutes les proportions ; cette combinaison s'opère soit en triturant le mercure avec de la limaille de plomb, soit en en versant dans du plomb fondu. L'amalgame est de couleur blanche et brillant ; lorsque le plomb y entre en proportion suffisante, il devient solide. On peut l'obtenir en cristaux composés d'une partie et demie de plomb et d'une partie et demie de mercure (1).

[*Avec le cuivre.*] 5. Le cuivre ne s'unit au plomb fondu que lorsque le degré de chaleur est poussé au point de faire bouillir et fumer le plomb, et qu'il est d'un rouge clair. Si l'on jette des morceaux de cuivre dans du plomb à cette température, ils disparoissent aussitôt. L'alliage ainsi formé est de couleur grise, cassant lorsqu'il est froid, et d'une texture

(1) Académiciens de Dijon.

grenue (1). L'union de ces deux métaux est très-foible ; lorsque cet alliage est exposé à une chaleur suffisante pour fondre le plomb, il coule presqu'en totalité et laisse le cuivre à-peu-près pur (2). On peut scorifier le peu qui en reste en faisant chauffer le cuivre au rouge. Si le plomb entraîne, en coulant, une portion quelconque de cuivre, on le fait fondre, le cuivre nage à la surface d'où il peut être facilement retiré avec une écumoire (3). On emploie quelquefois cet alliage à la fabrication des caractères d'imprimerie pour les grosses lettres (4).

[*Avec le fer.*] 6. Les chimistes anciens ne regardoient pas la combinaison du plomb avec le fer comme possible. Ils assuroient, qu'à quelque température élevée qu'on fit fondre ces deux métaux, le fer surnageoit toujours. Muschenbroeck parvint cependant à les unir par la fusion de 400 parties de fer et de 134

---

(1) Lewis, *Chim.* de Neuman.

(2) *Ibid.* p. 57.

(3) *Ibid.*

(4) Fourcroy. VI. 266. M. Hatchett s'est dernièrement assuré que le cuivre ne peut être employé pour en faire un alliage avec l'or, s'il n'est pas entièrement dépouillé de plomb. La plus petite portion de ce métal qui ne seroit pas capable d'affecter le cuivre lui-même, produit un changement sensible dans la ductilité de l'or.

parties de plomb ; il en obtint un alliage dur dont la ténacité étoit inférieure de moitié à celle du fer pur. La pesanteur spécifique d'un alliage de 10 parties de fer et d'une de plomb est, suivant Muschenbroeck, de 4.250 (1). Il a été prouvé par les expériences de Guyton-Morveau que lorsque les deux métaux sont fondus ensemble, il s'en forme deux alliages distincts, dont l'un, qui est à la partie supérieure du mélange en fusion, est une combinaison du fer avec une petite proportion de plomb, et l'autre, qui est au-dessous, est un bouton de plomb contenant un peu de fer (2).

[*Avec l'étain.*] 7. Le plomb s'unit à l'étain par la fusion, dans toutes les proportions. Cet alliage est plus dur, et a beaucoup plus de ténacité que l'étain. Muschenbroeck a remarqué que les proportions les plus convenables pour donner à cet alliage son *maximum* de dureté et de ténacité, étoient celles de 3 parties d'étain sur une de plomb. Cette augmentation de dureté semble garantir à un certain point les vaisseaux formés de ce mélange dans lesquels on prépare les alimens, des effets nuisibles du plomb. La pesanteur spécifique de

(1) Wasserberg. I. 212.
(2) Ann. de chim. XLIII. 47.

l'alliage de l'étain avec le plomb, augmente, selon que la proportion de ce dernier métal y est plus considérable ; de sorte que la pesanteur spécifique de ces espèces d'alliages peut servir à faire à-peu-près connoître la proportion des deux métaux dont ils se composent. C'est ainsi que le docteur Watson a formé, d'après ses expériences, la table suivante (1).

Etain.	Plomb.	Pesanteur spécifique.
0	100	11.270.
100	0	7.170.
32	1	7.321.
16	1	7.438.
8	1	7.560.
5	1	7.645.
3	1	7.940.
2	1	8.160.
1	1	8.817.

[*Poterie d'étain.*] La poterie d'étain, et l'étain en feuilles, ne sont presque toujours autre chose qu'un alliage d'étain et de plomb. La soudure ordinaire des plombiers est aussi cet alliage dans la proportion de deux parties de plomb sur une d'étain. Il est plus fusible que ces deux métaux ne le sont séparément.

(1) *Chemical Essays.* IV. 165.

SECTION XIV.

Du zinc.

[*Histoire.*] 1. Les anciens avoient eu connoissance d'un minéral qu'ils appelèrent *cadmie*, du nom de Cadmus qui, le premier, en enseigna l'usage en Grèce. Ils savoient que ce minéral fondu avec le cuivre formoit l'airain, et qu'en le faisant brûler, il s'en volatilisoit une espèce de cendre blanche qui pouvoit être d'un emploi avantageux en médecine (1). Ce minéral contenoit le zinc en grande quantité, et cependant il ne reste aucune preuve que ce métal ait été connu des anciens (2). Albert le Grand, qui mourut en 1280, est le premier qui en ait traité dans ses écrits d'une manière un peu détaillée, mais il est douteux qu'il l'eût jamais vu, car il le nomme *marcassite d'or*, ce qui doit faire supposer que le métal

(1) Pline, lib. 34, cap. 2 et 10.

(2) Grignon dit bien qu'on découvrit quelque chose de semblable dans les ruines d'une ancienne cité romaine en Champagne; mais la substance qu'il prit pour ce métal ne fut point examinée avec attention. Il n'est donc pas possible de tirer aucune induction valable de son assertion. *Bulletin des fouilles d'une ville romaine*, p. 11.

dont il parle, étoit de couleur jaune (1). C'est dans les écrits de Paracelse, mort en 1541, qu'on le trouve pour la première fois désigné sous le nom de *zinc*. Il nous annonce gravement que c'est un métal, et que ce n'en est pas un, et il ajoute qu'il consiste principalement

(1) Les passages suivans, dans lesquels il en fait mention, me semblent prouver incontestablement que ce n'est pas le métal lui-même, mais bien les mines du métal, qu'Albert avoit connues. *De Minéral.* lib. 2, cap. 11. *Marchasita, sive marchasida, ut quidam dicunt, est lapis in substantia, et habet multas species, quare colorem accipit cujuslibet metalli, et sic dicitur marchasita argentea et aurea, et sic dicitur aliis. Metallum tamen quod colorat eum non distillat ab ipso, sed evaporat in ignem et sic relinquitur cinis inutilis, et hic lapis notus est apud alchimicos, et in multis locis veniuntur.*

Lib. 3, cap. 10. *Æs autem invenitur in venis lapidis, et quod est apud locum qui dicitur goselaria est purissimum et optimum, et toti substantiæ lapidis incorporatum. Ita quod totus lapis est sicut marchasita aurea, et profondatum est melius ex eo quod purius.*

Lib. 5, cap. 5. *Dicimus igitur quod marchasita duplicem habet in sui creatione substantiam, argenti vivi, scilicet mortificati, et ad fixionem approximantis, et sulphuris adurentis. Ipsam haberé sulphureitatem comperimus manifesta experientia. Nam cum sublimatur, ex illa emanat substantia sulphurea manifesta comburens. Et sine sublimatione similiter perpenditur illius sulphureĩtas.*

Nam si ponetur ad ignitionem, non suscipit illam

en cendres de cuivre (1). On a aussi appelé ce métal *speltre*.

On n'a jamais trouvé le zinc en Europe à l'état de pureté. On avoit découvert depuis longtems une méthode pour l'extraire de ses mines (2). Henkel en indiqua une en 1721. Von Swab l'obtint par distillation en 1742 et Margraf en publia dans les mémoires de Berlin de 1746, un mode d'extraction (3). Elle se fait présentement en Angleterre dans trois établissemens formés à cet effet, dont deux dans le voisinage de Bristol, et l'autre à Swansey. La mine, après avoir été grillée, pulvérisée et mêlée avec du charbon de bois, est exposée à une forte chaleur dans de grands

---

priusquam inflammatione sulphuris inflammetur et ardeat. Ipsam vero argenti vivi substantiam manifestatur habere sensibiliter, nam albedinem præstat veneri meri argenti quemadmodum et ipsum argentum vivum et colorem in ipsius sublimatione cælestium præstare, et luciditatem manifestam metallicam habere videmus, quæ certum reddunt artificem alchimiæ illam has substantias continere in race suâ.

(1) Vol. VI de son ouvrage in-4°.

(2) La véritable découverte de cette méthode semble appartenir à Isaac Lawson, Pott. III, *Diss.* 7 ; et *Essais chim.* de Watson.

(3) Bergman. II. 309.

pots d'argile fermés. Le zinc est réduit, il coule par gouttes dans un tube de fer adapté à l'extrémité inférieure du pot, et tombe dans un vaisseau qui contient de l'eau. Le zinc est ensuite fondu et forgé en lingots. On exporte tous les ans, d'Angleterre, une quantité considérable de zinc, principalement pour le nord de l'Europe (1).

[*Propriétés.*] 1. Le zinc est d'une couleur blanche brillante, avec une nuance de bleu : son tissu est lamelleux. Lorsqu'on le frotte pendant quelque tems entre les doigts, il les noircit, en leur communiquant une odeur sensible, et une saveur particulière.

2. Sa dureté est 6.50. La pesanteur spécifique du zinc fondu varie de 6.861 à 7.1 (2). Le plus léger est considéré comme le plus pur. Lorsqu'il a été écroui sa pesanteur s'élève jusqu'à 7.1908 (3).

3. Ce métal forme, pour ainsi dire, la limite

---

(1) Watson's, *Chem. Essays*. IV. 1.

(2) Brisson et Lewis. Watson trouva la pesanteur spécifique d'un échantillon de Goslar, de 6.953, et d'un de Bristol, de 7.028. *Essais chim.* IV. 41. Celle d'un échantillon qu'éprouva M. Hatchett fut de 7.065. *On Alloys of gold*, p. 67.

(3) Brisson.

entre les métaux cassans et malléables. Sa malléabilité ne peut entrer en comparaison avec celle des métaux déja décrits, et cependant il n'est pas cassant comme ceux dont il nous reste à parler. Le zinc ne se brise pas sous le marteau, mais il cède à son action et y prend en quelque sorte de l'applatissement. On peut le réduire, à l'aide d'une pression égale et graduée, en lames très-minces qui sont souples et élastiques; mais qui ne peuvent être ployées sans se rompre. M. Sage reconnut le premier cette propriété du zinc (1). Lorsqu'il est chauffé à environ 100°. centig., il devient très-malléable; on peut alors le battre à volonté sans qu'il se rompe; et réduit par l'action du marteau en feuilles minces, il peut être très-facilement passé au laminoir et travaillé au tour. En le chauffant à environ 204°.44 centig., on le rend assez cassant pour qu'il puisse être pulvérisé dans un mortier.

4. Le zinc a un certain degré de ductilité, et on peut le tirer en fils (2). Suivant Muschenbroeck, un fil de ce métal de 2 millimètres de diamètre peut supporter, sans se rompre, un poids d'environ 12.72 kilog. (3).

---

(1) Jour. des mines, an V, p. 395.

(2) Leçons de Black. II. 583.

(3) Il trouva qu'une verge de 27 millimètres de

5. Le zinc fond à la température de 301°.11 centigr. (1) ; et si on augmente la chaleur il s'évapore. Il peut être facilement obtenu par distillation dans des vaisseaux fermés. Quand on le laisse refroidir lentement après qu'il a été fondu, il cristallise en petits faisceaux de prismes quadrangulaires disposés dans tous les sens. Si on expose ces cristaux à l'air lorsqu'ils sont encore chauds, ils y prennent une couleur bleue avec des nuances irisées (2).

[*Sa combinaison avec l'oxigène.*] 2. Le zinc se ternit promptement à l'air, mais il y éprouve à peine aucun autre changement. Lorsqu'on le laisse en contact avec de l'eau il la décompose, sa surface se noircit, il y a dégagement de gaz hydrogène et combinaison de l'oxigène avec le métal. Cette action augmente par l'élévation de la température, et si l'on fait passer de l'eau en vapeur sur du zinc chauffé à un très-grand degré de chaleur, la

---

diamètre supportoit un poids de 1272.63 kilogrammes. Or si la cohésion augmente comme le carré du diamètre, la force d'un fil, dont le diamètre ne seroit que d'environ 2 millim., ne différera pas beaucoup de celle que nous lui avons assignée.

(1) Leçons de Black. II. 583.

(2) Mongez.

décomposition de l'eau s'opère avec une étonnante rapidité (1).

Lorsqu'on fait fondre le zinc avec le contact de l'air, sa surface se couvre promptement d'une couche grise, en conséquence de sa combinaison avec l'oxigène. Si on enlève cette première couche qui forme pellicule, elle est remplacée par une seconde, et ainsi de suite; de sorte que de cette manière on parvient à oxider la totalité du zinc. En faisant chauffer ces pellicules avec le contact de l'air, et en les y agitant, elles prennent la forme d'une poudre grise ayant souvent une nuance jaune. Cette poudre est *l'oxide gris de zinc*. Lorsqu'on chauffe le zinc à une forte chaleur rouge avec le contact de l'air, il s'allume, brûle avec une flamme blanche très-vive et se volatilise sous forme de flocons blancs très-légers qui ne sont autre chose qu'un *oxide de zinc*. Dioscorides décrit une méthode pour préparer cet oxide qui étoit bien connu des anciens sous le nom de *pompholix*. Les premiers chimistes l'appelèrent *nihil album*, *lana philosophica* et *fleurs de zinc*. Dioscorides le compare à la laine (2). On connoît actuellement deux oxides de zinc.

---

(1) Lavoisier, Mém. Par. 1781, p. 274.

(2) Εριοι τολυπαις αφομοιονται. V. 85, p. 352.

[*Peroxide.*] 1. Le peroxide, ou oxide blanc de zinc, est l'oxide qui se forme ordinairement dans les divers procédés auxquels le métal est soumis. Nous devons à Proust une analyse exacte de cet oxide et de ses combinaisons. Il est composé de 80 parties de zinc et de 20 d'oxigène (1). On peut former cet oxide non-seulement par la combustion du zinc, mais encore en le dissolvant dans les acides sulfurique, ou nitrique, étendus, et en le précipitant de ces dissolutions par la potasse. Cet oxide quand il est pur, a beaucoup de ressemblance avec le carbonate de chaux ; il est insipide et insoluble dans l'eau ; il n'éprouve aucune altération par son exposition à l'air.

[*Protoxide.*] 2. Le protoxide, ou le zinc à son minimum d'oxigénation, s'obtient en chauffant fortement le peroxide dans une cornue de grès ou dans un creuset couvert ; il paroît, d'après les expériences de Clément et Desormes, que dans cette opération le zinc perd une portion d'oxigène et prend une couleur jaune. Suivant l'analyse qu'en ont faite ces chimistes, le protoxide de zinc est composé de 88 parties de zinc et de 12 d'oxigène (2).

3. La réduction des oxides de zinc est très-

(1) Annales de chimie. XXXV. 51.

(2) *Ibid.* XXXIX. 32.

difficile à raison de la grande affinité de ce métal pour l'oxigène, et par conséquent de la grande tendance qu'il a à s'y combiner après sa réduction. On ne parvient à l'opérer qu'en mêlant ses oxides avec du charbon et en chauffant très-fortement ce mélange dans des vaisseaux bien xactement fermés.

[*Union avec les combustibles simples.*] 5. Le zinc s'unit à la plupart des corps combustibles simples.

[*Hydrogène.*] 1. Le gaz hydrogène le dissout en petites quantités dans quelques circonstances. Lorsque ce gaz est produit par la dissolution du zinc dans l'acide sulfurique étendu, il entraîne avec lui un peu de zinc en dissolution qu'il dépose ensuite sur les parois des vaisseaux de verre qui le contiennent, ou à la surface de l'eau sur laquelle il est conservé. Ce gaz ainsi imprégné de zinc étoit recommandé par M. Watt comme d'un usage très-avantageux dans les maladies du poumon.

Le gaz hydrogène obtenu par le moyen de l'acide sulfurique étendu, produit, lorsqu'il brûle, un peu d'acide carbonique. On en inféra qu'il contenoit originairement de l'hydrogène carburé (1). Les chimistes français en attribuent la

(1) Ann. de chim. VIII. 230.

formation à la présence d'une poudre noire qui se manifeste dans la dissolution du zinc, et qu'ils assurent être la plombagine; mais cette opinion qui n'a pas été vérifiée par des expériences exactes, ne paroît pas vraisemblable (1).

[*Phosphure.*] 3. Le phosphore s'unit très-bien au zinc lorsqu'on en jette de petits morceaux dans ce métal en fusion. Pelletier qui a fait beaucoup d'expériences sur cette combinaison, ajoutoit un peu de résine afin de prévenir l'oxidation du zinc. Le phosphure de zinc est blanc avec éclat métallique; mais il ressemble plus au plomb qu'au zinc. Il est un peu malléable et il répand sous l'action du marteau une odeur de phosphore. Lorsqu'il est fortement chauffé il brûle comme le zinc (2).

4. Le phosphore se combine aussi avec l'oxide de zinc, ainsi que Margraf s'en est assuré lors de ses expériences sur le phosphore. Lors-

(1) Proust s'est assuré que cette poudre noire n'est pas toujours du carbure de fer, mais que c'est souvent un mélange d'arsenic, de cuivre et de plomb. Ann. de chim. XXXV. 52. En séparant cette poudre, et en la faisant sécher, j'ai trouvé qu'elle prenoit une couleur verte olive. J'ai reconnu dans tous mes essais, qu'elle étoit un mélange de cuivre et de plomb.

(2) Ann. de chim. XIII. 129.

qu'on soumet à la distillation, dans une cornue de grès fortement chauffée, un mélange de 12 parties de verre phosphorique et de 2 parties de charbon en poudre, il se sublime une substance métallique d'un blanc d'argent et d'une cassure vitreuse; c'est, suivant Pelletier, l'oxide de zinc phosphuré. Chauffé au chalumeau le phosphore brûle et laisse un résidu vitreux transparent tant qu'il est en fusion, mais qui devient opaque en refroidissant (1).

L'oxide phosphuré de zinc s'obtient aussi par la distillation dans une cornue de terre d'un mélange de deux parties de zinc et d'une partie de phosphore. On a pour produits, 1°. du zinc; 2°. de l'oxide de zinc; 3°. une sublimation rouge qui est l'oxide de zinc phosphuré; 4°. une sublimation de cristaux en aiguilles de couleur bleuâtre avec éclat métallique. Pelletier considéroit aussi ces sublimations comme l'oxide de zinc phosphuré (2).

[*Sulfure.*] 5. On ne peut pas unir directement le zinc avec le soufre; mais Dehne a découvert le premier, en 1781, qu'en tenant pendant quelque tems en fusion un mélange d'oxide de zinc et de soufre, il y avoit combinaison

(1) Ann. de chim. XIII. 128.
(2) *Ibid.* 125.

de ces deux corps (1). Cette expérience fut répétée depuis par Morveau (2). On forme un composé semblable en versant dans une dissolution, de zinc, de l'hydrogène sulfuré à l'état de combinaison avec un alcali. Ce composé, d'abord blanc, devient d'une couleur plus foncée en séchant. Les chimistes l'ont considéré comme résultant de l'union du soufre avec l'oxide de zinc; mais cette opinion n'est pas confirmée par l'expérience. Le zinc paroît y être à l'état métallique.

Une des mines de zinc la plus commune est un minéral de tissu lamelleux, de couleur ordinairement brune, appelé *blende*. Il est insipide et insoluble dans l'eau; sa pesanteur spécifique est d'environ 4. Bergman l'a trouvé principalement composé de zinc et de soufre; cette analyse ne s'accordoit point avec l'opinion des chimistes sur ce minéral qu'ils considéroient, sur-tout d'après les expériences de Morveau, comme un oxide sulfuré de zinc. Proust assuroit que cette mine est un composé de zinc à l'état métallique, et de soufre (3); c'est ce

(1) Jour. de chim. p. 46; et Ann. de Crell. 1786. I. 7.

(2) Mém. de l'acad. de Dijon. 1783.

(3) Journ. de phys. LVI. 79.

que j'ai reconnu également en examinant plusieurs échantillons de blende que j'ai trouvés être exactement composés, quant aux parties constituantes et à leurs proportions, ainsi que l'avoit annoncé Proust, dont je partage en conséquence l'opinion.

4. Le zinc ne se combine point avec l'azote. L'acide muriatique le convertit promptement en un oxide.

5. Le zinc se combine avec la plupart des substances métalliques, et forme avec elles des alliages, dont plusieurs sont d'une grande importance.

[*S'allie avec l'or.*] 1. Il peut s'unir à l'or en toutes proportions par la fusion. Plus celle du zinc y est considérable, et plus l'alliage est blanc et cassant. Lorsqu'il est fait à parties égales de ces deux métaux, il est très-blanc, très-dur, susceptible d'un beau poli et peu altérable à l'air. M. Hellot l'avoit en conséquence proposé comme très-propre pour les miroirs des télescopes (1). L'alliage que fit Hatchett de 11 parties d'or et d'une de zinc étoit d'un jaune verdâtre pâle et très-cassant. Sa pesanteur spécifique étoit de 16.937. Le volume des deux métaux, de 1000 avant l'union, étoit après, d'environ 997; d'où

(1) Mém. acad. par. 1735.

il suit qu'il y avoit eu contraction dans leur union. Cet alliage conservoit la propriété d'être cassant, lors même que la proportion du zinc y étoit réduite au 0.016. L'addition de 0.064 de cuivre en mettoit l'or au titre (1). Hellot assure que dans un alliage composé de 7 parties de zinc et d'une partie d'or, si le zinc est volatilisé à l'état de fleurs, il élève avec lui la totalité de l'or.

[*Avec le platine.*] 2. Le docteur Lewis a trouvé que le platine s'unit aux vapeurs du zinc réduit de sa mine, et augmente d'environ 0.33 de son poids. Les deux métaux se fondent très-promptement, même lorsque le zinc n'excède pas les 0.25 du platine ; l'alliage est d'un blanc bleuâtre très-cassant et beaucoup plus dur que le zinc. Il suffit des 0.05 de platine pour détruire la malléabilité du zinc, et des 0.25 de zinc pour rendre le platine cassant (2).

[*Avec l'argent.*] 3. L'argent s'unit au zinc avec facilité et produit un alliage cassant, blanc bleuâtre, d'une texture grenue. Sa pesanteur spécifique, suivant Gellert, est plus considérable que celle moyenne et proportionnelle des deux métaux. Lorsqu'un alliage de 11 par-

(1) Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p. 17.
(2) *Phil. Comm.*, p. 520.

ties de zinc et une d'argent est sublimé dans des vaisseaux ouverts, la totalité de l'argent s'élève avec les fleurs de zinc (1).

[*Avec le mercure.*] 4. L'amalgame du zinc se fait de la manière la plus prompte, suivant Malouin, en versant le mercure dans le zinc fondu et à un degré de chaleur tel qu'il puisse roussir le papier sans le brûler. Sa consistance varie suivant la proportion du zinc. 8 parties de zinc et une de mercure forment un composé blanc très-cassant. Avec une partie de zinc et deux parties et demie de mercure, on a un amalgame qui donne des cristaux, si, lorsqu'il est fondu, on le laisse refroidir lentement. On se sert de cet amalgame pour les machines électriques.

[*Avec le cuivre.*] 5. Le zinc se combine aisément avec le cuivre, et forme avec lui un des plus utiles de tous les alliages métalliques. Cette combinaison s'opère ordinairement en fondant ensemble du cuivre en grenailles, de l'oxide natif de zinc, appelé *calamine*, et du charbon en poudre dans une proportion convenable. On tient ce mélange chauffé pendant 5 ou 6 heures, et alors on donne le coup de feu suffisant pour en opérer la fusion. On le coule

(1) Wasserberg. I. 160.

ensuite dans des moules de granit, dont les bords sont garnis de fer, et ou le fond en feuilles. Ce composé est ordinairement connu sous le nom de *laiton*. Sa couleur et ses qualités varient selon les différentes proportions des métaux qui le forment; il n'en faut, suivant Lewis, qui a fait beaucoup d'expériences sur ce sujet, qu'une très-petite de zinc pour affoiblir la couleur du cuivre et le rendre pâle. Lorsque la proportion du zinc est de 0.083 du poids du cuivre, la couleur tend au jaune, et cette nuance va toujours en augmentant à mesure que la proportion du zinc s'accroît jusquà ce qu'elle soit égale à celle du cuivre. Si, au-delà de ce terme, la proportion du zinc augmente, l'alliage devient de plus en plus pâle, et à la fin il est blanc (1). La proportion du zinc, relativement au cuivre, varie dans les différentes manufactures, suivant le procédé qu'on y suit et l'objet auquel le laiton doit servir. Dans quelques fabriques anglaises, le laiton contient 0.33 de son poids de zinc. En Allemagne et en Suède, si les proportions établies par Swedenburg sont exactes, celle du zinc varie des 0.20 aux 0.25 du poids du cuivre (2). Le laiton est

(1) *Chim.* de Neuman, p. 65.

(2) Wasserberg. I. 267.

beaucoup plus fusible que le cuivre ; il est malléable lorsqu'il est froid, à moins que la proportion de zinc ne soit très-grande ; mais lorsqu'il est chauffé il devient cassant. D'après les expériences de Muschenbroeck, il est ductile, susceptible d'être tiré en fils très-fins et plus dur que le cuivre ; sa pesanteur spécifique est plus grande, suivant Gellert, que celle moyenne des deux métaux, et elle varie considérablement suivant la proportion du zinc. Le docteur Watson la trouva être sur un échantillon de feuille de laiton de Bristol, de 8.441 (1) : tandis que Brisson ne porte ordinairement celle du laiton fondu qu'à 7.824. Le laiton peut être très-facilement travaillé au tour, ce qui le rend plus propre qu'aucun autre métal, à plusieurs sortes d'ouvrages.

On obtient, par la fusion du zinc à l'état métallique avec le cuivre ou laiton, un alliage connu sous les dénominations de *pinchebeck*, *métal de prince*, *métal du prince Robert*, etc. La proportion du zinc varie également dans cet alliage ; elle s'élève quelquefois jusqu'à la moitié du tout, et d'autres fois elle est beaucoup moindre. La couleur du pinchebeck se rapproche beaucoup de celle de l'or, mais il est

(1) *Chem. Essays*. IV. 58.

cassant, ou toujours beaucoup moins malléable que le laiton. Les anciens connoissoient le laiton, et en faisoient beaucoup de cas. Ils le retiroient de la mine de zinc qu'ils appeloient *cadmie*. Le docteur Watson a prouvé que c'étoit au laiton qu'ils donnoient le nom *d'orichalcum* (1). Leur *æs* étoit le cuivre, ou plutôt le *bronze* (2).

6. Il est difficile de combiner le zinc avec le fer, parce que la chaleur nécessaire pour fondre celui-ci suffit pour volatiliser l'autre. Cet alliage, lorsqu'on parvient à le former, est, suivant Lewis, d'une couleur blanche, qui se rapproche de celle de l'argent (3). Il est dur et un peu malléable. Malouin a fait voir qu'on peut substituer

(1) Trans. de Manchester. II. 47.

(2) Les anciens ne semblent pas avoir exactement connu la différence entre le cuivre, le laiton et le bronze; c'est à cela qu'on doit attribuer la confusion qu'on remarque dans leurs dénominations. Ils ne considéroient le laiton que comme une espèce plus précieuse de cuivre. Ils se servoient souvent, en conséquence, du mot *æs*, pour les désigner indifféremment l'un ou l'autre. Ils appelèrent le cuivre *æs cyprium*, et ensuite seulement *cyprium*, mot qui, dans la suite des tems, a été converti dans celui de *cuprum*. Pline l'emploie, lib. 36, cap. 26. C'est dans Spartian, qui vivoit en l'an 290 environ, qu'on trouve, pour la première fois, ce terme. Il dit, dans sa vie de Caracalla : *Cancelli ex ære vel cupro*.

(3) *Chim.* de Neuman, p. 69.

le zinc à l'étain pour la couverte des feuilles de fer, ce qui prouve qu'il y a de l'affinité entre les deux métaux (1).

[*Avec l'étain.*] 7. Le zinc se combine facilement avec l'étain par la fusion. L'alliage est beaucoup plus dur que le zinc, beaucoup plus tenace que l'étain, et conserve de la ductilité. On dit que les potiers d'étain l'emploient souvent dans leur fabrication.

[*Avec le plomb.*] 8. L'alliage du zinc et du plomb a été examiné par Wallerius, Gellert, Muschenbroeck et Gmelin. Ce dernier chimiste réussit à le former par la fusion; il ajouta un peu de suif au mélange, et couvrit le creuset afin de prévenir l'évaporation du zinc. Lorsque la proportion du zinc excédoit de beaucoup celle du plomb, l'alliage étoit malléable et beaucoup plus dur que le plomb; et lorsqu'elle étoit à parties égales avec le plomb, l'alliage différoit très-peu du plomb en ductilité et en couleur, mais il étoit plus dur, plus susceptible de poli et beaucoup plus sonore. Lorsque le mélange contenoit une plus petite quantité de zinc, il se rapprochoit encore davantage de la couleur et de la ductilité du plomb, mais il continuoit à être plus dur, plus

(1) Mém. Par. 1742.

sonore, et susceptible de poli, jusqu'à ce que la proportion du zinc ne fut plus que des 0.062 de celle du plomb, alors l'alliage ne différoit plus de ce dernier métal qu'en ce qu'il étoit un peu plus dur (1).

[*Avec le nickel.*] 9. Le zinc ne paroît pas susceptible de se combiner avec le nickel par la fusion (2).

Telles sont les propriétés des métaux malléables qui forment la classe la plus nombreuse des quatre dans lesquelles nous les avons divisés tous, et qui comprennent ceux de la plus grande importance. Les chimistes modernes ont découvert 7 des métaux de cette classe; savoir : le platine, le palladium, le rhodium, l'iridium, l'osmium, le nickel et le zinc. Les 7 autres furent connus des anciens qui assignèrent à chacun d'eux le nom d'une planète, et les désignèrent par un signe particulier représentant la planète et le métal.

---

(1) Ann. de chim. IX. 95.

(2) Les Chinois semblent être néanmoins en possession d'une méthode pour combiner ces métaux, car selon Engestroem, le *pal-fong* ou cuivre blanc, est un composé de cuivre, de nickel et de zinc. Le zinc s'élève aux 0.437 du tout, et les proportions du cuivre et du nickel y sont l'une à l'autre dans le rapport de 5 à 13. Mém. Stock. 1776.

Noms des caractères attribués aux métaux par les anciens.

L'or étoit le Soleil, et représenté par	☉
L'argent, la Lune.	☾
Le mercure, Mercure	☿
Le cuivre, Vénus.	♀
Le fer, Mars	♂
L'étain, Jupiter.	♃
Le plomb, Saturne.	♄

Il paroît plus vraisemblable que ces noms furent d'abord donnés aux planètes, et que ces 7 métaux, dont il n'y avoit alors que quelques-uns de connus, furent supposés avoir quelque relation avec les planètes, ou les Dieux qui les habitoient, au moyen de ce que le nombre s'en trouvoit être le même. Il y a lieu de croire, d'après un passage d'Origène, que ce sont les Perses qui donnèrent les premiers ces dénominations aux métaux (1). On ignore quel en

(1) *Contra Celsum*, lib. 6, 22. *Celsus de quibusdam Persarum mysteriis sermonem facit. Harum rerum, inquit, aliquod reperitur in Persarum doctrinâ Mithracisque eorum mysteriis vestigium. In illis enim duæ cælestes conversiones, alia stellarum fixarum, errantium*

fut le motif. On a fait à cet égard beaucoup de conjectures, dont à peine aucune peut

---

alia, et animæ per eas transitus quodam symbolo repræsentantur; quod hujus modi est. Scala altas portas habens, in summâ autem octava porta. Prima portarum plombea, altera stannea, tertia ex ære, quarta ferrea, quinta ex ære mixto, sexta argentea, septima ex auro. Κλιμαξ ὑψιπυλος, επι δ᾽αυτη πυλη ογδοη. Ἡ πρωτη των πυλων μολιβδου, ἡ δευτερα κασσιτερου, ἡ τριτη χαλκου, ἡ τεταρτη σιδηρου, ἡ πεμπτη κερασου νομισματος, ἡ εκτη αργυρου, χρυσου δ᾽ἡ εϐδομη. *Primam assignant Saturno, tarditatem illius sideris plumbo indicantes; alteram Veneri, quam referunt ut ipsi quidem putant, stanni splendor et mollities: tertiam Jovi, aheneam illam quidem et solidam; quartam Mercurio, quia mercurius et ferrum, uterque operum omnium tolerantes, ad mercaturam utiles, laborant patientissimi. Marti quintam, inæqualem illam et variam propter mixturam. Sextam, quæ argentea est, Lunæ; septimam auream Soli tribuunt, quia solis et lunæ colores hæc duo metalla referunt.*

Borrichius soupçonne, avec une grande apparence de probabilité, que les noms des Dieux ont été transposés dans ce passage par ceux qui l'ont transcrit, ou par ignorance, ou à dessein. Il les arrange de la manière suivante : *Secundam portam faciunt Jovis, comparantes ei stanni splendorem et mollitiem, tertiam Veneris æratam et solidam; quartam Martis, est enim laborum patiens æquè ac ferrum celebratus hominibus; quintam Mercurii, propter mixturam inæqualem ac variam, et quia negociator est; sextam Lunæ argenteam; septimam Solis auream.* Ol. Borrichius de Ortu et Progressu chimiæ hasniæ. 1668. quarto. p. 29.

paroître satisfaisante. Quant aux caractères dont on se servoit pour désigner ces métaux, les astrologues semblent les avoir considérés comme les attributs des Divinités du même nom. Le cercle étoit, dans les tems les plus reculés, chez les Egyptiens, le symbole de la divinité et de la perfection. Ils semblent l'avoir très-convenablement choisi pour représenter le soleil, dont on peut en quelque sorte figurer l'émission des rayons, en entourant la circonférence du cercle de petits traits qui s'en projettent. Le demi-cercle est, en quelque manière, l'image de la lune, le seul des corps célestes qui paroisse à nos yeux avoir cette forme. Le caractère ♄ représente la faulx de Saturne; ♃ le foudre de Jupiter; ♂ la lance de Mars, ainsi que son bouclier; ♀ le miroir de Vénus, et ☿ le caducée de Mercure.

Les alchimistes donnent une explication très-différente de ces symboles. L'or, comme le plus parfait des métaux, étoit désigné par un cercle. L'argent, par un demi-cercle seulement, comme le métal qui s'en rapproche le plus, mais qui lui est inférieur. Dans le caractère ☿, les adeptes découvroient l'or avec une couleur d'argent; la croix, à la partie inférieure de ce signe, indiquoit la présence de quelque chose de caché qui s'opposoit à ce que

le mercure fût argent ou or. Ce même obstacle à la possibilité du changement du cuivre en or étoit exprimé de la même manière dans le signe ♀. Le caractère ♂ indique également une tendance honorable au changement en or ou en argent, quoique le demi-cercle y soit appliqué d'une manière moins perceptible; car, suivant celle la plus convenable de le tracer, la ligne droite ne doit que toucher celle horisontale sans la couper. L'or philosophique est caché dans l'acier, et c'est par cette raison qu'il a de si grandes propriétés en médecine. La moitié de l'argent est de l'étain, et l'autre moitié cette chose inconnue qui s'oppose à la conversion; c'est par cette raison que le signe ♃ se compose de la croix et de la demi-lune. Dans le plomb, l'obstacle est prédominant, mais on y remarque une ressemblance avec l'argent; aussi, dans le caractère ♄, la croix est à la partie supérieure, et celui de l'argent n'y est que suspendu à la droite au-dessous.

[*Origine selon Beckmann.*] Mais le professeur Beckmann, qui a examiné ce sujet avec plus d'attention, pense que ces caractères ne sont autre chose que des abréviations des anciens noms des planètes (1). Le caractère de Mars,

(1) Hist. des Inventions, traduct. anglaise. III. 67.

ainsi qu'il l'observe, est évidemment, d'après la manière la plus ancienne de le figurer, une abréviation du mot Θευρεσ, nom que les mathématiciens grecs donnoient à ce dieu, ou plutôt la première lettre Θ avec la dernière σ placée au-dessus. Le signe de Jupiter étoit originairement la lettre initiale de Ζευσ, et dans les plus anciens manuscrits des ouvrages de mathématiques et d'astrologie de Julius Firmicus, on n'employoit que la lettre principale Ζ à laquelle on ajouta par la suite, à sa partie inférieure, la dernière σ, afin de désigner d'une manière plus distincte l'abréviation. Le miroir supposé de Vénus n'est autre chose que la lettre initiale un peu incorrectement figurée du mot Φωσφοροσ qui étoit le nom de cette déesse. La faulx imaginaire de Saturne a été successivement formée des deux premières lettres de son nom Κρονοσ que les copistes auront trouvé plus expédient de figurer d'une manière plus commode, quoique désignant moins sensiblement l'abréviation. Le prétendu caducée de Mercure est la lettre initiale de son nom en grec Στιλβων. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner avec attention les abréviations dans les plus anciens manuscrits. On y trouvera que Σ s'écrivoit autrefois comme C, et on y remarquera aussi que les copistes,

pour distinguer encore plus cette abréviation, plaçoient le C ainsi ᴗ, en ajoutant au-dessous la lettre voisine τ. Ceux à qui ces inductions pourroient paroître peu vraisemblables, peuvent se donner la peine de considérer d'autres abréviations grecques. Ils remarqueront beaucoup d'autres mots qui diffèrent encore davantage des lettres originales qu'elles expriment, que le caractère ☿ de ceux ᴗ et τ réunis. Il est possible aussi que les derniers copistes à qui ces abréviations n'étoient pas connues, se soient appliqués à donner à ce dernier caractère plus de ressemblance avec le caducée de Mercure. On ne peut, au surplus, disconvenir que beaucoup d'autres caractères astronomiques ne soient des symboles ou des espèces d'hiérogliphes qui représentent certains attributs, ou se rapportent à quelques circonstances : tels sont les caractères du bélier, du lion, et autres.

DEUXIÈME CLASSE.

Métaux fragiles et facilement fusibles.

Les métaux qui composent cette classe, au nombre de quatre seulement, ne paroissent

pas avoir été connus des anciens à leur état métallique. Ils sont, à raison de leur fragilité, d'une importance beaucoup moindre que les métaux de la première classe ; mais comme ils entrent en fusion à une température peu élevée, ils peuvent être aisément coulés en moules, et même alliés avec les plus fusibles des métaux ductiles. L'énergie des préparations de l'antimoine, et les propriétés délétères de l'arsenic, ont particulièrement rendu ces deux métaux remarquables sous le point de vue médical.

SECTION XV.

Du bismuth.

[*Histoire.*] 1. Les mines de ce métal sont très-rares, et ne se rencontrent principalement qu'en Allemagne ; ce qui explique en quelque sorte pourquoi les Grecs et les Arabes semblent n'en avoir pas eu connoissance. Il paroît cependant que les mineurs allemands l'avoient distingué à une époque très-reculée, et qu'ils lui avoient déja donné le nom de *bismuth;* car dans le Traité d'Agricola, qui date au moins de 1520, il est décrit sous ce nom

comme étant bien connu en Allemagne, et considéré comme un métal particulier. Les mineurs lui ont aussi donné le nom de *tectum argenti*, parce qu'ils le regardoient comme de l'argent dont la formation n'étoit point encore achevée (1). Pott, dans sa Dissertation sur le bismuth, publiée en 1739, rend compte de la manière dont le bismuth se comporte avec différentes substances chimiques, ainsi que de plusieurs faits concernant ce métal, qu'il avoit recueillis dans les écrits des alchimistes. Beccher semble être le premier chimiste qui ait fait connoître quelques-unes de ses propriétés les plus remarquables. Neumau dans sa Chimie, Hellot, et Dufay, ajoutèrent quelques faits à ceux déja connus sur le bismuth; mais Geoffroy le jeune entreprit le premier une série complète d'expériences sur ce métal. La première partie de son travail fut publiée en 1753, dans les Mémoires de l'Académie; mais la mort prévint l'achèvement de son plan.

(1) Konig's, *Regnum minerale*, p. 80. A la fin même du 17e. siècle, on le considéroit comme une espèce de plomb. Il y en avoit trois, dit Etmuller, savoir, le plomb ordinaire, l'étain, et le bismuth : le bismuth approche le plus près de l'argent. Etmuller's, *Chemistry*, p. 321.

Les chimistes furent pendant quelque tems disposés à considérer le bismuth comme un alliage ; mais cette opinion fut peu-à-peu mise de côté.

[*Propriétés.*] 1. Le bismuth est d'une couleur blanche rougeâtre, et presqu'entièrement dépourvu d'odeur et de saveur. Il est composé de larges lames brillantes, adhérentes les unes aux autres. Sa figure primitive est, suivant Haüy, l'octaèdre, ou deux pyramides à quatre côtés, appliquées base à base (1).

2. Sa dureté est 7, sa pesanteur spécifique 9.822.

Lorsqu'il est écroui avec précaution, sa densité est considérablement augmentée, ainsi que Muschenbroeck s'en est assuré ; et par conséquent il n'est pas très-cassant. Cependant il n'est pas malléable, car il se brise par une percussion rapide et violente du marteau. Il ne peut pas non plus être tiré en fils. D'après les essais de Muschenbroeck, sa ténacité est telle qu'une verge de ce métal, de 2 millim. de diamètre, peut soutenir un poids d'environ 14.19 kilogr.

3. Il entre en fusion à la température de 246°.66 centigr. (2) ; et si alors la chaleur est augmentée, il s'élève en vapeur, il peut être

---

(1) Jour. des mines, an V, p. 582.

(2) Irvine, Jour. de Nicholson. IX. 46.

distillé a vaisseaux clos. Si, lorsqu'il est fondu, on le laisse refroidir lentement, et qu'aussitôt qu'il est figé à sa surface on en fasse écouler la portion encore liquide du métal, le reste se trouve cristallisé en parallélipipèdes qui se croisent à angles droits.

[*Combinaison avec l'oxigène.*] 2. Le bismuth se ternit promptement à l'air; mais il n'y éprouve pas d'autre altération sensible. Il n'a point d'action sur l'eau. Lorsqu'on le tient en fusion avec le contact de l'air, sa surface se recouvre promptement d'une pellicule de couleur bleu foncé qui, en étant détachée par l'agitation, est remplacée par une autre, et ainsi successivement jusqu'à ce que le métal soit entièrement oxidé. Lorsqu'on chauffe ces pellicules à l'air, en les agitant, elles se convertissent bientôt en une poudre noirâtre ou jaunâtre.

Geoffroy a observé le premier qu'en chauffant au rouge le bismuth, il s'enflamme, brûle avec une légère flamme bleue, et il s'élève en même tems une fumée jaune qui, étant condensée, se réduit en une poudre jaune à laquelle on a donné le nom d'*oxide jaune de bismuth*. Cet oxide n'est point volatil.

[*Peroxide.*] Lorsqu'on verse de l'eau dans une dissolution de bismuth par l'acide nitrique,

il se précipite une poudre blanche qu'on appeloit autrefois *magistère de bismuth*, et qu'on emploie comme cosmétique, sous les noms de *blanc de perle* ou *blanc de fard*.

Bucholz a fait voir que cette poudre est un composé d'oxide de bismuth et d'acide nitrique; et en comparant ses expériences avec celles de Klaproth (1), on trouve que l'oxide jaune de bismuth contient 100 parties de bismuth et 12 d'oxigène, et qu'il est par conséquent composé de

89.3 bismuth.
10.7 oxigène.
―――
100.0

Cet oxide de bismuth est le seul actuellement bien connu; il est insipide et insoluble dans l'eau. Il ne se réduit pas par l'action du feu, mais il s'y convertit promptement en un verre brun, et ressemble, à cet égard, aux oxides de plomb. On remplace quelquefois le plomb par le bismuth dans la coupellation. Dufay le proposa le premier pour cet emploi en 1727, et ses expériences furent confirmées depuis par Pott.

[*Phosphure*] 3. On ne connoît pas d'union du bismuth avec le carbone et l'hydrogène. Il

(1) Klaproth, beitrage II. 294, Bucholz, beitrage III. 3.

semble également avoir très-peu d'affinité pour le phosphore. Pelletier essaya de diverses manières et sans succès, de former le phosphure de bismuth. Cependant en jetant de petits morceaux de phosphore dans ce métal en fusion, il obtint une substance qui ne paroissoit pas différer du métal, mais qui, au chalumeau donnoit quelques indices de phosphore (1). Cette substance ne lui sembloit pas contenir plus de 0.04 de phosphore, encore cette petite portion n'y paroissoit-elle que mécaniquement mêlée.

[*Sulfure.*] 4. Le soufre s'unit facilement au bismuth par la fusion. Le sulfure de bismuth est d'un gris bleuâtre, il cristallise en belles aiguilles tétraèdres qui se croisent. Il est très-cassant et très-fusible, il ressemble beaucoup au sulfure d'antimoine, mais il est d'une couleur plus brillante. D'après les expériences de Wenzel, 100 parties de bismuth s'unissent par la fusion à 17.5 de soufre, d'où il suit que le sulfure de bismuth est composé d'environ

85	bismuth.
15	soufre.
100	(2).

(1) Ann. de chim. XIII. 130.
(2) Werwandtshaft, p. 280.

[*S'allie avec l'or.*] 5. Le bismuth forme des alliages avec le plus grand nombre des métaux; mais il y a peu de ces alliages dont on ait pu faire quelqu'emploi utile.

1. Il forme avec l'or par la fusion un alliage qui, suivant Hatchett, est de couleur jaune verdâtre, semblable à de mauvais laiton, très-fragile et d'une cassure terreuse grenue. Lorsque cet alliage étoit composé de 11 parties d'or et d'une partie de bismuth, sa pesanteur spécifique étoit de 18.038. Le volume des métaux étant de 1000 avant leur union, n'étoit plus après que de 988. Ils avoient, en conséquence, éprouvé une contraction considérable. Les propriétés de cet alliage continuent d'être à-peu-près les mêmes, lorsque la proportion du bismuth dans le composé s'élève aux 0.016, et qu'on ajoute la quantité de cuivre nécessaire pour réduire l'or au titre. Lorsque cette proportion du bismuth diminue, la couleur de l'alliage se rapproche de celle de l'or; mais il conserve sa fragilité, tant qu'il reste dans la masse 0.0005 de bismuth. A mesure que la proportion du bismuth diminue, et que celle du cuivre augmente (l'or étant toujours au titre), la contraction cesse; l'expansion a lieu, et elle devient promptement beaucoup plus considérable que si le cuivre entroit seul dans l'alliage. Cette progression

remarquable est présentée d'une manière sensible dans le tableau suivant (1).

MÉTAUX.	GRAINS.	GRAMM.	PESANTEUR spécifique de l'alliage.	VOLUME avant la fusion	VOLUME après la fusion	CHANGEMENT de volume.
Or...... Bismuth.	442 38	28.615 2.460	18.038	1000	988	— 12
Or...... Cuivre... Bismuth.	442 30 8	28.615 1.942 0.518	17.302	1000	1018	+ 18
Or...... Cuivre... Bismuth.	442 34 4	28.615 2.201 0.259	16.846	1000	1044	+ 44
Or...... Cuivre... Bismuth.	442 37.5 0.5	28.615 2.428 0.032	16.780	1000	1047	+ 47
Or...... Cuivre... Bismuth.	442 37.75 0.25	28.615 2.444 0.016	17.095	1000	1027	+ 27

(1) La pesanteur spécifique de l'or étoit de 19.172 (il étoit à 23 carats 5 ½ grains de fin), celle du bismuth de 9.822, et celle du cuivre de 8.895.

La propriété qu'a le bismuth de rendre l'or cassant est telle, que la ductilité de ce métal précieux est altérée lorsqu'on le tient seulement en fusion, près du bismuth élevé à la même température (1).

[*Avec le platine.*] 2. La combinaison du platine et du bismuth s'opère facilement, lorsqu'ils sont fondus et exposés rapidement ensemble à une forte chaleur. Le docteur Lewis fondit ces métaux dans des proportions variées, depuis une partie jusqu'à 24 de bismuth, avec une de platine. Tous les alliages étoient cassans et à-peu-près aussi mous que le bismuth, et leur cassure présentoit une apparence foliée. L'alliage de bismuth et de platine prend à l'air une couleur pourpre, violette, ou bleue. Le bismuth peut à peine en être séparé par la chaleur (2).

[*Avec l'argent.*] 3. Le bismuth se combine aisément avec l'argent par la fusion et forme un alliage cassant, de couleur à-peu-près semblable à celle du bismuth, d'un tissu lamelleux et d'une pesanteur spécifique plus considérable que celle moyenne des deux métaux. Muschenbroeck la trouva être de

(1) Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p. 26.
(2) *Phil. Com.* p. 509 et 573.

10.7097 (1), dans un alliage de parties égales de bismuth et d'argent.

[*Avec le mercure.*] 4. Le bismuth s'unit au mercure, soit par la trituration, soit en versant, dans une partie de bismuth en fusion, deux parties de mercure chaud. Cet amalgame, d'abord mou, se durcit par degrés. Il cristallise, lorsqu'après avoir été fondu, on le laisse refroidir lentement. Lorsque la proportion du mercure y excède considérablement celle du bismuth, l'amalgame reste fluide, il acquiert la propriété de dissoudre le plomb, et de le rendre également fluide. Beccher annonça le premier ce fait curieux ; en assurant qu'un mélange de 3 parties de mercure, une de plomb et une de bismuth, forme un amalgame parfaitement fluide. On peut faire passer ce composé triple à travers la peau de chamois sans le décomposer. Le mercure se trouve quelquefois falsifié par son mélange avec ces métaux, mais il est facile de reconnoître cette fraude, non-seulement par sa pesanteur spécifique qui est trop foible, mais encore parce qu'en terme d'ouvrier, *il fait la queue*, c'est-à-dire, que lorsqu'on en agite une goutte sur une surface plane, au lieu de conserver sa sphéricité, elle

(1) Wasserberg. I. 160.

adhère à cette surface, comme si elle n'étoit pas complètement fluide, ou comme si elle étoit renfermée dans une pellicule.

[*Avec le cuivre.*] 5. Le cuivre forme avec le bismuth un alliage cassant, d'un rouge pâle, et dont la pesanteur spécifique se trouve être exactement celle moyenne des deux métaux alliés (1).

[*Avec le fer.*] 6. Le bismuth ne se combine qu'imparfaitement avec le fer (2). L'alliage qui en résulte est casssnt, attirable à l'aimant lors même que le bismuth y entre dans la proportion des 0.75 (3). La pesanteur spécifique de cet alliage est inférieure à celle moyenne des deux métaux (4).

[*Avec l'étain*] 7. Le bismuth et l'étain s'unissent facilement ensemble : une petite proportion de bismuth augmente la fragilité et la ductilité de l'étain, et le rend plus sonore. Il entre souvent dans la composition des potiers d'étain, quoique cela n'arrive jamais en Angleterre. L'alliage de parties égales de bismuth et d'étain, fond à 137°.77 centig ; celui de 8

(1) Gellert.
(2) Muschenbroeck.
(3) Henkel.
(4) Gellert.

parties d'étain et une de bismuth à 197°.77 centig. ,enfin celui de 2 parties d'étain et d'une de bismuth à 165°.55 centig. (1).

[*Avec le plomb.*] 8. L'alliage du bismuth et du plomb est d'un gris foncé, d'un tissu grenu et serré (2). Il est ductile, à moins que la proportion du bismuth n'y soit beaucoup plus considérable que celle du plomb (3). Le bismuth augmente prodigieusement la ténacité du plomb. Muschenbroeck a reconnu qu'elle étoit 20 fois plus considérable que celle du plomb pur, dans un alliage de 3 parties de plomb et de 2 de bismuth. La pesanteur spécifique de cet alliage est plus grande que celle moyenne des deux métaux séparément (4).

9. En fondant ensemble 8 parties de bismuth, 5 de plomb et 3 d'étain, on obtient un alliage blanc qui fond à 100°. centig., et qui reste par conséquent en fusion, à la température de l'eau bouillante.

[*Avec le nickel.*] 10. L'alliage du bismuth et du nickel est cassant, et formé en feuilles minces (5).

---

(1) Lewis, *Chim.* de Neuman, p. 111.

(2) Wallerius.

(3) Beaumé.

(4) Gellert.

(5) Cronstedt.

11. Le bismuth ne se combine point avec le zinc.

SECTION XVI.

De l'antimoine.

[*Histoire.*] 1. Les anciens avoient eu connoissance d'un oxide d'antimoine auquel ils avoient donné le nom de στιμμι et de *stibium.* Pline (1) nous apprend qu'on le rencontroit dans la mine d'argent, et nous savons à présent en effet, qu'il y a des mines d'argent qui le contiennent (2). On employoit le *stibium* comme topique dans les maladies des yeux, et Pline nous donne une méthode pour le préparer (3). Il est probable que les anciens connurent aussi sous les mêmes noms, et même dès avant le huitième siècle, un minéral d'un gris bleuâtre foncé avec brillant métallique. Ce minéral étoit composé du métal que nous appelons aujourd'hui *antimoine*, et de soufre : mais depuis Basile Valentin jusqu'à ces derniers tems,

(1) Pline, liv. 33, chap. 6.
(2) *Minér.* de Kirwan. II. 110.
(3) Pline, liv. 33, chap. 6.

on ne le connoissoit que sous la dénomination d'*antimoine*. Le métal lui-même, après qu'il eut été découvert, s'appeloit *régule d'antimoine*. Les femmes de l'Asie et de la Grèce faisoient usage de ce minéral pour peindre en noir leurs sourcils (1). Mais il ne paroît pas que les anciens aient considéré cette substance comme contenant un métal, ou qu'ils aient connu notre antimoine dans son état de pureté (2). Nous ignorons par qui il fut d'abord extrait de sa mine ; mais c'est Basile Valentin qui le premier en décrivit le procédé. C'est par son ouvrage, publié vers la fin du quinzième siècle, ayant pour titre *currus triumphalis antimonii*, et par les travaux de toute espèce des alchimistes sur cette substance, que nous avons eu connoissance de la plupart de ses propriétés.

Aucune substance, pas même le mercure, ni le fer, n'a attiré l'attention des médecins comme l'antimoine. Beaucoup d'entre eux le prô-

---

(1) 2 Kings. IX. 30. Ezeck. XXIII. 40.

(2) M. Roux ayant fait, sur la demande de M. le comte de Caylus, l'analyse d'un miroir ancien, le trouva bien composé de cuivre, de plomb et d'antimoine, mais on ne pourroit en conclure que les anciens avoient eu connoissance de ce dernier métal, qu'autant qu'il seroit prouvé que le miroir analysé étoit bien réellement un de leurs miroirs, ce qui paroît extrêmement douteux.

noient comme un spécifique infaillible pour toutes maladies, tandis que d'autres le décrioient comme un poison des plus violens qu'il importoit de rayer de la liste des médicamens. Lémery est le premier chimiste qui, vers la fin du dix-septième siècle, ait parlé raisonnablement de ce métal que Mender examina, et dont il publia, en 1738, la première analyse exacte qui eût été faite de ses mines (1). Mais le nombre des écrivains qui ont fait une étude particulière de ce métal est si grand, qu'on essaierait même en vain de présenter une liste de leurs noms. Bergman, Berthollet, Thenard, et Proust sont les chimistes modernes qui ont répandu le plus de lumières sur ses propriétés (2).

[*Propriétés.*] 1. L'antimoine est un métal de couleur blanche grisâtre et d'un grand éclat. Son tissu lamelleux est composé de plaques qui

(1) *Analysis Antimonii physico-chim. rationalis.*

(2) Le terme *alcool*, qu'on emploie encore aujourd'hui en chimie, fut d'abord appliqué à ce minéral, si on en croit Homerus Poppius Thallinus : *Hispanicis mulierculis, ejus usus in ciliorum pulchritudine concilianda fuit usitatissimus; pulverem autem vocabant alcool. (quæ vox etiam adhuc in hermaticorum laboratoriis sonat.) Unde antimonium crudum, et nondum contusum piedra de alcool nominarunt.* Il étoit connu des alchimistes sous un grand nombre de dénominations absurdes.

se croisent dans tous les sens, et qui ont quelquefois l'apparence de cristaux imparfaits. C'est avec beaucoup de peine que M. Haüy est parvenu à déterminer la forme primitive de ces cristaux, qui est un octaèdre, et à reconnoître que celle de sa molécule intégrante est un tétraèdre (1).

L'antimoine a une saveur et une odeur très-sensibles, et qu'on reconnoît particulièrement lorsqu'on en a tenu et frotté pendant quelque tems des morceaux dans ses mains.

2. Sa dureté est, 6.50, et sa pesanteur spécifique de 6.702 suivant Brisson, de 6.86 d'après Bergman, et de 6.712 selon Hatchett (2).

3. Il est très-cassant et peut être facilement réduit en poudre dans un mortier. Une verge de 2 millimètres de diamètre peut, d'après les expériences de Muschenbroeck, soutenir un poids d'environ 5 kilogrammes.

4. L'antimoine fond à 432°.22 centig., ou lorsqu'il est chauffé au rouge (3). Si alors la chaleur est continuée, il s'élève en vapeurs. Il prend, en refroidissant, la forme de cristaux oblongs, perpendiculaires à la surface intérieure

---

(1) Jour. des mines, an V, p. 601.

(2) *On the Alloys of gold*, p. 68.

(3) Mortimer.

du vaisseau qui le contient. C'est à ce mode de cristallisation qu'est due la structure lamelleuse qu'a toujours ce métal.

[*S'oxide.*] 2. Il n'éprouve d'autre altération à l'air que la perte de son éclat métallique. L'eau n'a point d'action sur lui à froid ; mais lorsqu'on en fait passer en vapeur sur ce métal rougi au feu, elle est si rapidement décomposée, qu'il en résulte une détonation violente (1). Lorsqu'on tient l'antimoine fondu avec le contact de l'air, il se combine peu-à-peu avec son oxigène, et s'élève en une fumée blanche. Cette vapeur recueillie est l'oxide blanc qu'on appeloit autrefois *fleurs argentines d'antimoine*. Si, lorsque l'antimoine est chauffé au rouge blanc, on l'agite rapidement, il brûle et se convertit en ce même oxide blanc qui s'exhale en vapeurs.

Suivant Thenard (2), qui a publié il y a quelque tems une excellente dissertation sur l'antimoine, ce métal est capable de se combiner avec l'oxigène en six doses différentes, et de former ainsi six oxides distincts; mais sa méthode pour obtenir la plupart de ces oxides, l'application de la chaleur, ne paroît pas susceptible de résultats d'une très-grande précision. Proust

(1) Lavoisier et Meusnier, Mém. Par. 1781. p. 274.
(2) Ann. de chim. XXXII. 259.

a examiné dernièrement cet important sujet, et a trouvé qu'il n'étoit possible d'obtenir que deux oxides d'antimoine, et qu'à cet égard il se comportoit comme la plupart des autres métaux.

[*Protoxide.*] 1. On obtient le protoxide d'antimoine en dissolvant ce métal dans de l'acide muriatique, et en étendant la dissolution avec de l'eau. Il se forme un précipité blanc, qui est le protoxide d'antimoine combiné avec un peu d'acide muriatique (1). On lave ce précipité dans l'eau; on le fait bouillir, pendant quelque tems, dans une dissolution de *carbonate de potasse;* on le lave bien de nouveau, et on le fait sécher sur un filtre (2).

Le protoxide ainsi obtenu est d'un blanc foncé, sans brillant métallique. Il fond à une chaleur médiocre, et peut être tenu pendant longtems en fusion dans une cornue. Lorsqu'on le laisse refroidir lentement, sa surface se couvre de petits cristaux opaques, d'un blanc jaunâtre. Il est extrêmement fusible, et devient toujours opaque par le refroidissement. Il s'en

(1) On appeloit autrefois cette poudre blanche *poudre d'Algaroth*, du nom de Victor Algaroth médecin de Vérone, qui l'obtint le premier du muriate d'antimoine.

(2) Proust, Jour. de phys. LV. 328.

volatilise une portion, même à une chaleur médiocre, lorsqu'on le chauffe à l'air. Il est composé de

81.5 antimoine.
18.5 oxigène.

100.0

Cet oxide peut être tenu en fusion avec l'antimoine, tout aussi longtems que ce soit, sans éprouver d'altération (1).

[*Peroxide.*] 2. Le peroxide d'antimoine est l'oxide blanc qui s'élève en vapeurs, lorsque ce métal brûle, après avoir été chauffé fortement à l'air. On se le procure aussi par l'action de l'acide nitrique sur l'antimoine, et en jetant des morceaux de ce métal dans du nitrate de potasse chauffé au rouge. Il reste, après la combustion dans le creuset, une masse blanche qui consiste dans l'oxide d'antimoine, combiné avec la potasse du nitrate de potasse. Ce composé est en partie soluble dans l'eau; et lorsqu'on ajoute un acide à cette dissolution, il s'en précipite une poudre blanche, qui est le peroxide d'antimoine.

Ce peroxide est blanc, insoluble dans l'eau, et moins soluble dans les acides que le

(1) Proust, Jour. de phys. LV. 328.

protoxide. Il lui faut aussi une chaleur beaucoup plus forte pour le fondre ; mais à une température plus basse, il est volatilisé sous la forme de cristaux prismatiques, d'un blanc argentin. Il est composé de

77. antimoine.
23 oxigène.

100

Lorsqu'il est fondu avec 0.25 d'Antimoine, le tout se convertit en protoxide (1).

[*Union avec les combustibles.*] 3. On ne connoît point de combinaison de l'antimoine avec le carbone ni avec l'hydrogène. On en réduit les oxides en les chauffant au rouge avec le charbon ou les huiles ; mais cette réduction ne s'opère que difficilement et n'a même lieu qu'en partie, à moins que la fusion du métal ne soit facilitée par la présence de quelqu'autre substance, telle, par exemple, que la potasse, autrement la plus grande partie de la masse reste en scories noires, spongieuses, qui souvent s'enflamment et brûlent au contact de l'air. L'antimoine se combine facilement avec le soufre et le phosphore.

[*Sulfure.*] 1. En fondant ensemble dans un

(1) Proust, Jour. de phys. LV. 328.

creuset, un mélange de soufre et d'antimoine, on obtient un composé de couleur gris bleuâtre foncé, d'un éclat approchant de celui métallique. C'est le sulfure d'antimoine. Il est beaucoup plus fusible que le métal lui-même, et on peut l'obtenir cristallisé en le faisant refroidir lentement. Il est composé, suivant Bergman, de 74 parties d'antimoine et de 26 de soufre (1), ce qui s'accorde presqu'exactement avec les résultats des dernières expériences de Proust qui a trouvé que le sulfure d'antimoine contenoit

75	parties d'antimoine.
25	de soufre.
100 (2)	

C'est à cette substance, qu'on trouve en grande abondance dans la nature et qui est presque la seule mine d'antimoine, qu'avoit été donnée la dénomination d'*antimoine* par les chimistes les plus anciens qui désignoient, sous le nom de *régule d'antimoine*, ce métal dans son état de pureté (3).

(1) Bergman. III. 167.

(2) Journ. de phys. LV. 325.

(3) On emploie quelquefois le sulfure d'antimoine pour purifier l'or. En le faisant chauffer avec ce métal,

[*Verre d'antimoine.*] 2. Le protoxide d'antimoine a la propriété de dissoudre le sulfure d'antimoine en différentes proportions lorsqu'il est à l'état de fusion. Le composé qui en résulte est une substance à demi-vitreuse de couleur rouge brunâtre, et dont l'apparence varie en raison de la proportion de ses ingrédiens. Il est de couleur rouge, demi-transparent, et s'appelle *verre d'antimoine*, lorsqu'il est formé d'environ 8 parties d'oxide et d'une de sulfure. Lorsqu'il contient 8 parties d'oxide et 2 de sulfure, ce composé est opaque et d'une couleur rouge tirant sur le jaune. C'est le *crocus metallorum* des pharmaciens, et leur *foie d'antimoine* est la masse opaque de couleur rouge foncé que produit la dissolution de 4 parties de sulfure dans 8 d'oxide (1). Lorsqu'on chauffe du soufre en quantité suffisante avec l'un ou l'autre des oxides d'antimoine, il les réduit à l'état métal-

---

il en sépare tous les autres métaux, et s'y combine en partie. On l'en dégage ensuite en oxidant l'or par la chaleur, et le nitrate de potasse. C'est cette propriété de l'antimoine qui porta les alchimistes à lui donner le nom de *loup*. *Quia ferocia sua omnia metalla præter leonem, hic est aurum, absumit.* Homeri Poppii basilica antimonii, cap. 1.

(1) Proust, Journ. de phys. LV. 334.

lique. Si le soufre est en trop petite quantité, il en désoxide une portion, se combine avec elle, et le sulfure formé en s'unissant au reste de l'oxide le convertit toujours en protoxide. Le verre d'antimoine se prépare ordinairement en chauffant rapidement dans un creuset le protoxide qu'on obtient, lorsqu'en tenant pendant longtems du sulfure d'antimoine en poudre chauffé dans un vaisseau ouvert, on en a séparé, par la volatilisation, la plus grande partie du soufre. Si cette opération, qu'on appelle *le grillage* du soufre, a été poussée jusqu'à volatiliser tout le soufre, on n'a qu'une scorie opaque de couleur foncée ; mais en y ajoutant un peu de soufre ou de sulfure d'antimoine, on la convertit aisément en verre (1). Vauquelin a démontré que les verres d'antimoine qu'on achète dans les pharmacies ne sont jamais, ou que très-rarement, purs ; que toujours ils contiennent de la silice en plus ou moins grande quantité, et le plus souvent dans la proportion des 0.09 (2). Cette matière provient, suivant lui, des creusets dans lesquels l'oxide d'antimoine a été fondu.

Le sulfure d'antimoine est indissoluble dans

(1) Bergman. III. 166.

(2) Ann. de chim. XXXIV. 139.

le peroxide qui, par conséquent, ne peut être converti en verre.

[*Phosphure.*] 3. En fondant ensemble, dans un creuset, un mélange de parties égales d'antimoine et de verre phosphorique avec un peu de charbon en poudre, on obtient une substance blanche, fragile, de cassure lamelleuse, qui présente un grand nombre de petites facettes cubiques ; c'est le phosphure d'antimoine ; il donne, lorsqu'il est en fusion, une flamme verte, et se sublime sous la forme de fleurs ou oxide blanc. On obtient également ce phosphure en fondant ensemble un mélange de parties égales d'antimoine et de verre phosphorique, ou en projetant du phosphore sur de l'antimoine tenu en fusion dans un creuset (1).

4° L'antimoine ne se combine ni avec l'azote, ni avec l'acide muriatique.

[*S'allie.*] 5. Il s'allie facilement à la plupart des substances métalliques, mais il est très-peu de ces alliages qui aient été appliqués à aucun usage.

[*Avec l'or.*] 1. L'antimoine peut être combiné avec l'or par la fusion. Il en résulte un composé fragile de couleur jaune. Cet alliage attira singulièrement l'attention des alchimistes

---

(1) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 132.

qui affirmoient que l'or augmentoit en poids, lorsqu'après avoir été allié à l'antimoine on en séparoit ce métal (1).

L'or mis au titre avec l'antimoine étoit dans les expériences de M. Hatchett, d'une couleur pâle sombre, excessivement fragile, d'une cassure cendrée à grain serré, semblable à celle de la porcelaine. Sa pesanteur spécifique étoit de 16.929. Le volume des métaux avant la fusion étant 1000, n'étoit plus après que 987 ; d'où il suit qu'ils avoient éprouvé, pendant leur union, une contraction considérable. Il ne faut qu'une très-petite proportion d'antimoine pour détruire la ductilité de l'or. L'alliage étoit encore très-cassant, lors même qu'il ne contenoit que 0.0005 d'antimoine. Les fumées de l'antimoine dans le voisinage de l'or en fusion suffisent pour altérer la ductilité de ce métal (2).

[*Avec le platine.*] 2. Le platine se combine aisément avec l'antimoine. A parties égales des deux métaux, l'alliage est cassant et d'une couleur un peu plus foncée que celle de l'antimoine,

(1) C'est ce qui leur fit donner à cet alliage le nom de *balneum regale*. Il est aisé de voir d'où provint leur erreur. Ils ne parvenoient pas à séparer la totalité de l'antimoine de l'or qui leur paroissoit ainsi avoir augmenté de poids.

(2) Hatchett, *on the Alloys of gold*.

qu'on ne peut plus ensuite en séparer complètement par la chaleur. Lorsque la proportion de l'antimoine excède celle de la moitié, le platine tend à s'en séparer et à se déposer par le refroidissement (1).

[*Avec l'argent.*] 3. L'antimoine s'unit à l'argent par la fusion. L'alliage est cassant, et sa pesanteur spécifique, ainsi que l'a observé Gellert (2), est plus considérable que le rapport moyen de la pesanteur des deux métaux.

[*Avec le mercure.*] 4. Pott est le premier qui ait observé que l'antimoine provenant de la réduction de son sulfure par le fer et le carbonate de chaux, s'unissoit facilement au mercure; par la trituration, on forme aussi l'amalgame, en versant de l'antimoine en fusion dans du mercure chauffé à-peu-près à la température de l'eau bouillante (3). En mêlant de cette manière 3 parties de mercure avec une partie d'antimoine fondu, on obtient un amalgame mou qui se décompose très-promptement de lui-même (4). Gellert a également réussi à former cet amalgame (5).

---

(1) Lewis, *Phil. Com.* p. 521.

(2) *Chimie métallurgique*, p. 136.

(3) Lewis, *Chim.* de Neuman, p. 131.

(4) Wallerius.

(5) *Chim. métall.* p. 141.

[*Avec le cuivre.*] 5. Le cuivre se combine avec l'antimoine par la fusion. Ces deux métaux forment, par leur union à parties égales, un alliage cassant, d'une belle couleur violette, dont la pesanteur spécifique surpasse celle moyenne des deux métaux séparément (1).

Cet alliage fut appelé par les alchimistes, *régule de Vénus*.

[*Avec le fer.*] 6. L'union de l'antimoine et du fer est facile. Elle forme un alliage blanc, dur, cassant, dont la pesanteur spécifique est moindre que celle moyenne des deux métaux. La vertu magnétique du fer est beaucoup plus diminuée par son alliage avec l'antimoine que par son union avec le plus grand nombre des autres métaux (2). On peut également former cet alliage en fondant ensemble, dans un creuset, 2 parties de sulfure d'antimoine et une de fer. On l'appeloit autrefois *régule martial*.

[*Avec l'étain.*] 7. L'alliage d'antimoine et d'étain est blanc et fragile. Sa pesanteur spécifique est moindre que celle des deux métaux pris séparément (3). On emploie cet alliage à différens usages, et particulièrement pour faire

(1) Gellert, p. 136.
(2) *Ibid.*
(3) *Ibid.*

les planches à graver la musique (1). Souvent aussi il constitue principalement la composition des potiers d'étain.

[*Avec le plomb.*] 8. En fondant ensemble l'antimoine et le plomb en proportions égales, on a un alliage cassant et poreux; avec 3 parties de plomb et une d'antimoine, il est compacte, malléable, et d'une bien plus grande dureté que le plomb. L'alliage de 12 parties de plomb et d'une partie d'antimoine est très-malléable et beaucoup plus dur que le plomb; et enfin, l'alliage ne diffère du plomb que par sa dureté, lorsqu'il est formé de 16 parties de plomb et d'une partie d'antimoine (2). Cet alliage sert à faire les caractères d'imprimerie. Sa ténacité est très-considérable (3), et sa pesanteur spécifique plus grande que celle moyenne des deux métaux (4).

[*Avec le zinc.*] 9. L'antimoine forme avec le zinc, par la fusion, un alliage dur, cassant, de couleur d'acier, dont la pesanteur spécifique est moindre que celle des deux métaux pris séparément (5).

(1) Fourcroy. VI. 25.

(2) Gmelin, Ann. de chim. VIII. 319.

(3) Muschenbroeck.

(4) Gellert, p. 136.

(5) *Ibid.*

[*Avec le bismuth.*] 10. L'alliage de l'antimoine et du bismuth est cassant ; celui de l'antimoine avec le manganèse ne se forme qu'imparfaitement (1). Ceux qui pourroient résulter de sa combinaison avec le nickel et le cobalt n'ont pas été examinés.

SECTION XVII.

Du tellure.

[*Histoire.*] 1. Les minéralogistes furent longtems dans l'incertitude sur la nature d'une substance de couleur blanche bleuâtre, avec éclat métallique, que contient la mine de Mariahilf, dans les monts Fatzbay, près Zalethna, en Transylvanie. On s'accordoit à y trouver un peu d'or ; mais elle consistoit principalement en une substance métallique que quelques-uns supposoient être le bismuth, et d'autres l'antimoine. Muller de Reichenstein, qui examina, en 1782 (2), cette mine qu'on avoit désignée par les noms d'*aurum problematicum*, *aurum paradoxicum*, et *aurum album*,

(1) Gmelin, Ann. de chim. XIX. 367.
(2) Born. II. 468.

crut y reconnoître un métal nouveau, différent de tous les autres. Il en envoya un échantillon à Bergman ; mais cet illustre chimiste ne put, à raison de la trop petite quantité qu'il en avoit eue, décider si c'étoit un métal nouveau que contenoit cette mine. Ce dont il put seulement s'assurer, c'est que celui qu'on y trouvoit n'étoit pas l'antimoine. Cependant les expériences de Muller parurent si satisfaisantes à Kirwan, que dans la seconde édition de sa *Minéralogie*, publiée en 1796, il assigna à ce métal une place distincte, sous la dénomination de *sylvanite*. Klaproth, après avoir fait une analyse de cette mine qu'il publia en 1798, confirma complètement les conclusions de Muller (1). Il donna à ce nouveau métal, qui constitue les 0.925 de la mine, le nom de *tellure*, qui a été généralement adopté. Les résultats des expériences que fit Gmelin sur cette mine, en 1799 (2), se trouvèrent presqu'exactement d'accord avec ceux qu'avoient obtenus Muller et Klaproth, et ces savans distinguèrent dans le tellure les propriétés suivantes.

[*Propriétés*.] 1. Sa couleur est d'un blanc bleuâtre, tenant le milieu entre celle du zinc

(1) Ann. de Crell. 1798. I. 91.
(2) *Ibid.* 1799. I. 275 et 365.

et du plomb. Sa cassure est lamelleuse comme celle de l'antimoine, et son éclat est considérable.

2. Sa dureté n'a pas été déterminée; sa pesanteur spécifique est, suivant Klaproth, de 6.115 (1).

3. Il est très-cassant et peut être aisément réduit en poudre.

4. Il fond à une température un peu supérieure à celle nécessaire pour la fusion du plomb. En continuant la chaleur, il bout, se volatilise, et s'attache en gouttes brillantes à la partie supérieure de la cornue dans laquelle on le chauffe. Il paroît être, après le mercure et l'arsenic, le plus volatil des métaux. Lorsqu'il a été fondu, il cristallise par un refroidissement lent.

S'oxide. 2. Le tellure, chauffé au chalumeau sur un charbon, prend feu et brûle avec une flamme vive, bleue, dont les bords sont verts. Il se volatilise entièrement sous la forme d'une fumée blanche, et répand une odeur qui, suivant Klaproth, approche de celle des raves (2).

Cette fumée blanche est l'*oxide de tellure*,

---

(1) Muller la trouva être de 6.343; mais il est probable que l'échantillon qu'il essaya n'étoit pas pur.

(2) Gmelin ne reconnut pas cette odeur.

qu'on peut également obtenir en dissolvant le métal dans l'acide nitro-muriatique, et en étendant la dissolution d'une grande quantité d'eau; il se précipite une poudre blanche qui est l'oxide. On peut aussi se le procurer en dissolvant le métal dans l'acide nitrique, et en ajoutant peu-à-peu de la potasse à cette dissolution jusqu'à ce que l'oxide se précipite. Cet oxide se fond aisément par la chaleur en une masse de couleur de paille, d'un tissu radié. Lorsqu'on le chauffe avec du charbon, après l'avoir mis à l'état de pâte avec de l'huile, il se réduit si rapidement qu'il se produit une forte explosion semblable à une détonation.

[*Sulfure.*] 3. Le tellure peut se combiner avec le soufre par la fusion. Ce sulfure est d'un gris de plomb, d'une structure rayonnée. En le mettant sur un charbon ardent, il brûle avec une flamme bleue.

On peut amalgamer le tellure avec le mercure par la trituration. On ne l'a point encore examiné dans ses autres propriétés.

SECTION XVIII.

De l'arsenic.

[*Histoire.*] 1. C'est dans les ouvrages de Dioscorides, et de quelques autres écrivains du commencement de l'ère chrétienne, qu'on trouve pour la première fois le mot *arsenic* (αρσενικον). Ils y désignent par ce terme la même subsbtance qu'Aristote avoit appelée (σανδαραχη) (1) ; et son disciple Théophraste, (αρρενικον). C'est un minéral de couleur rougeâtre, composé d'arsenic et de soufre, employé par les anciens pour la peinture et comme médicament. Avicenne fit mention de l'arsenic dans le onzième siècle ; mais ce qu'on appelle ainsi dans le commerce, n'étoit à cette époque, que *l'oxide blanc d'arsenic*, dont le métal n'avoit point encore été séparé. Paracelse semble l'avoir connu, et Schrœder décrivit dans sa Pharmacopée, publiée en 1649 (2), un procédé

(1) Pline semble avoir fait une distinction entre sandaraque et arsenic. Liv. 34, chap. 18.

(2) Bergman. II. 278.

pour l'obtenir ; mais ce ne fut qu'en 1733, d'après l'examen que Brandt fit de ce métal, qu'on en reconnut la nature particulière ; et depuis cette époque il a toujours été considéré sous la dénomination d'*arsenic*, comme un métal distinct. Macquer en 1746 (1), Monnet en 1773 (2), Schéele en 1775 (3), et Bergman en 1777 (4), firent beaucoup de recherches sur ce métal ; et c'est aux travaux de ces chimistes que nous sommes redevables de presque tout ce que nous connoissons aujourd'hui sur ses propriétés.

[*Propriétés.*] 1. L'arsenic est d'une couleur blanche bleuâtre, qui se rapproche beaucoup de celle de l'acier. Il a beaucoup d'éclat. Il n'a ni saveur ni odeur sensibles lorsqu'il est froid ; mais quand on le chauffe, il répand une odeur forte d'ail qui est très-caractéristique.

2. Sa dureté excède à peine 5 ; sa pesanteur spécifique est de 8.31 (5).

3. Il est peut-être le plus fragile de tous les métaux. Il se brise en morceaux par le moindre

(1) Mém. Par. 1746, p. 223 ; et 1748, p. 35.

(2) Sur l'arsenic.

(3) Schéele, I. 129.

(4) Bergman. *Opusc.* II. 272.

(5) Bergman. II. 279. Suivant Brandt 8.308.

coup de marteau, et on le réduit facilement en poudre très-fine.

4. On ne connoît pas précisément le degré de chaleur auquel il fond, parce qu'étant le plus volatil de tous les métaux, il se sublime avant d'entrer en fusion lorsqu'on l'expose dans des vaisseaux fermés, à une chaleur de 180° cent. (1). Lorsqu'on le sublime lentement, il cristallise sous la forme de tétraèdres, qui est, suivant Haüy, celle de ses molécules intégrantes.

[*S'oxide.*] 2. L'arsenic peut être gardé sous l'eau sans y éprouver d'altération, mais il se ternit promptement à l'air; il y devient noir et pulvérulent.

Il peut se combiner avec l'oxigène en deux proportions différentes, et former ainsi deux composés qu'on pourroit appeler les *protoxide* et *peroxide* d'arsenic, si ce n'est qu'ils jouissent de plusieurs des propriétés des acides.

[*Protoxide.*] 1. L'arsenic étant un des métaux les plus combustibles, lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air il se sublime facilement sous la forme d'une poudre blanche en répandant une forte odeur d'ail. Si on augmente la chaleur, il brûle avec une flamme bleue pâle. On appeloit autrefois *arsenic* ou *arsenic blanc*

(1) Bergman. II. 279.

cette substance sublimée, qui est encore connue sous les mêmes dénominations dans le commerce. C'est une combinaison de l'arsenic avec l'oxigène; et, par conséquent, dans la nouvelle nomenclature chimique, un *oxide blanc d'arsenic*, que Fourcroy a nommé *acide arsenieux*, parce qu'il lui a trouvé plusieurs des caractères des corps acidifiés. Les chimistes le préparent rarement, parce qu'on le trouve dans la nature, et qu'on l'obtient souvent en abondance dans le travail d'extraction des autres métaux de leurs mines. Cette substance est compacte, blanche, fragile et d'apparence vitreuse; elle a une saveur très-âpre qui finit par produire une impression douceâtre. C'est un des poisons les plus violens. Cet oxide a une odeur d'ail; il est fusible dans 80 parties d'eau, à la température de 15°.55 centig., et dans 15 parties d'eau bouillante (1). Sa dissolution a une saveur très-âcre, et rougit les couleurs bleues végétales. Il cristallise par une évaporation lente, en tétraèdres réguliers. Il est soluble aussi dans 70 ou 80 fois son poids d'alcool, et dans les huiles; chauffé à 195°. centig., il se sublime; et si c'est dans des vaisseaux fermés, il devient transparent comme le verre, mais il

(1) Bergman. II. 291.

reprend promptement à l'air sa première apparence. La pesanteur spécifique de ce verre est 5.000; celle de l'oxide, dans son état ordinaire, est de 3.706 (1). Cet oxide peut se combiner avec le plus grand nombre des métaux, qu'en général il rend cassans. Il paroît être composé, d'après les expériences de Proust, de

75.2 arsenic.
24.8 oxigène.
100.0 (2).

Lorsqu'on chauffe doucement jusqu'au rouge dans un matras, ou dans une cornue, une pâte de cet oxide avec de l'huile, l'arsenic est réduit à l'état métallique et se sublime lentement. Par ce moyen, que Brandt indiqua le premier, on obtient le métal dans son état de pureté.

[*Peroxide ou acide arsenique.*] 2. L'oxide blanc d'arsenic est capable de se combiner avec une nouvelle dose d'oxigène, et de former ainsi un autre composé que Schéele découvrit le premier, auquel on a donné le nom d'*acide arsenique*. Le procédé décrit par Schéele

(1) Bergman. II. 286.
(2) Jour. de phys.

consiste à dissoudre 3 parties d'oxide blanc d'arsenic dans 7 parties d'acide muriatique, d'ajouter à cette dissolution 5 parties d'acide nitrique, de mettre le mélange dans une cornue et de distiller jusqu'à siccité. On fait chauffer au rouge le résidu bien séché et on le laisse refroidir; c'est l'acide arsenique solide. M. Bucholz l'a obtenu dernièrement par le même procédé, mais avec une proportion beaucoup moindre d'acide muriatique et avec un mélange de deux parties seulement de cet acide à 1.200 de pesanteur spécifique, avec 8 parties d'oxide blanc d'arsenic, et 24 parties d'acide nitrique à 1.25 (1).

L'acide ainsi obtenu n'a pas une saveur très-forte lorsqu'il est sec, mais elle devient excessivement âpre quand il a été dissous dans l'eau, et il reste à l'état liquide lors même que sa dissolution a été évaporée jusqu'à consistance de gelée. Il est aussi vénéneux que l'oxide blanc d'arsenic. Cet acide est composé, d'après les expériences de Proust, de 65.4 parties d'arsenic et de 34.6 d'oxigène; dans la détermination de ces proportions, Proust se rapproche de très-près de celles établies par Bucholz, mais,

(1) Jour. de chim. de Van-Mons. IV. 16.

suivant Thenard, celle de l'oxigène y seroit des 0.36 (1).

[*Union avec les combustibles*.] 3. L'arsenic se combine aisément avec tous les corps combustibles simples, excepté le carbone avec lequel on ne l'a pas encore uni.

[*Gaz hydrogène arsenical*.] 1. En faisant ses expériences sur l'acide arsenique, Schéele reconnut que le gaz hydrogène a la propriété de dissoudre l'arsenic, et de le retenir à l'état gazeux (2). Proust fit depuis la même remarque lors de ses expériences sur l'étain, et Trommsdorf, après avoir plus particulièrement examiné depuis peu ce gaz hydrogène arsenical, a rendu compte de ses propriétés (3). Le moyen le plus facile, selon lui, d'obtenir ce gaz, consiste à mêler ensemble 4 parties de zinc en grenailles et une partie d'arsenic, et à traiter ensuite ce mélange avec de l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau. Le gaz hydrogène est dégagé en abondance, et lorsqu'au moment de ce dégagement il se trouve en contact avec l'arsenic, il le dissout,

(1) Ann. de chim. L. 123.

(2) *Opusc.* de Schéele, trad. franç. I. 182.

(3) Jour. de Nicholson. VI. 200.

l'élève avec lui, et le retient en dissolution dans son état gazeux.

Le gaz hydrogène arsenical ainsi formé est sans couleur. Il a l'odeur d'ail et n'est pas sensiblement absorbé par l'eau. Il ne peut servir ni à la combustion, ni à la respiration. Sa pesanteur spécifique, sous la pression barométrique de 760 millim., est de 0.5293, celle de l'air étant 1, et par conséquent le poids du décimètre cube de ce gaz est de 0.648 grammes.

Il brûle avec une flamme bleue, et si le col du vaisseau dans lequel cette combustion a lieu est étroit, l'arsenic s'y dépose. Lorsqu'on mêle ensemble 2 parties de ce gaz avec 3 d'oxigène, et qu'on met ce mélange en contact avec une bougie allumée, il se produit une explosion, et il se forme un oxide blanc d'arsenic et de l'eau. La détonation d'un mélange de ces gaz, à parties égales, , est moins forte, mais il brûle avec une flamme plus vive. Lorsque le mélange consiste en 2 parties de gaz hydrogène arsenical, et une partie de gaz oxigène, il laisse après sa combustion un petit résidu.

Le gaz hydrogène arsenical n'est point altéré par l'air, non plus que par les gaz azote et hydrogène. Le gaz nitreux y produit une diminution de volume d'environ 0,02. Le gaz hydrogène

sulfuré ne lui fait éprouver aucun changement, mais si on ajoute au mélange de ce gaz avec le gaz hydrogène arsenical, de l'acide oxi-muriatique, le volume diminue et il se forme un dépôt floconneux coloré en jaune; d'où il résulte que les gaz hydrogène sulfuré et acide oxi-muriatique, peuvent servir comme moyen d'épreuve très-sûr pour reconnoître la présence du gaz hydrogène arsenical. L'acide nitrique concentré, mêlé subitement avec ce gaz, produit un dégagement de vapeurs rouges et une explosion accompagnée de flamme. Lorsque l'acide est étendu, il oxide l'arsenic et le sépare du gaz en laissant l'hydrogène pur. Trommsdorf, à qui nous devons la connoissance de tous ces faits, ne put pas réussir à faire l'analyse de ce gaz, mais il paroît, d'après ses expériences, que c'est un composé d'arsenic et d'hydrogène (1).

[*Sulfures.*] 2. Le soufre se combine facilement avec l'arsenic. En fondant un mélange de ces deux corps dans un creuset couvert, on obtient une masse rouge, vitreuse, qui est évidemment le sulfure d'arsenic. On peut le former également en chauffant ensemble l'oxide blanc d'arsenic, ou l'acide arsenique,

---

(1) Jour. de Nicholson. VI. 200.

et le soufre ; mais dans ce cas une portion du soufre absorbe l'oxigène de l'arsenic et se dégage en gaz acide sulfureux (1). On trouve le sulfure d'arsenic natif dans différentes contrées de l'Europe. Il est de couleur écarlate, et souvent cristallisé en prismes transparens.

[1 *Réalgar.*] On le nomme communément *réalgar ;* on l'emploie quelquefois dans la peinture. Sa pesanteur spécifique est de 3.225 (2). Ce sulfure n'a point de saveur et n'est pas, à beaucoup près, aussi pernicieux que les oxides d'arsenic, quoique Macquer lui attribue la propriété vénéneuse (3) ; il est composé, suivant Westrumb, de 80 parties d'arsenic et de 20 parties de soufre (4).

[2. *Orpiment.*] 3. Si dans une dissolution de l'oxide blanc d'arsenic dans l'acide muriatique, on verse une dissolution d'hydrogène sulfuré dans l'eau, il se forme un précipité d'une belle couleur jaune. Cette poudre, qu'on nomme ordinairement *orpiment*, peut également s'ob-

(1) Proust, Jour. de phys. LIII. 94.

(2) Bergman. II. 298.

(3) Hoffman nous apprend qu'il en donna deux scrupules à un chien qui n'en ressentit aucuns mauvais effets quelconques. *Observ. physico-chimico-selec.* p. 236.

(4) Ann. de Crell. 1785. I. 299.

tenir par la sublimation d'un mélange d'arsenic et de soufre à une chaleur insuffisante pour en opérer la fusion. On trouve cette substance dans la nature ; elle est en feuilles très-minces qui ont un très-grand degré de flexibilité. Sa pesanteur spécifique est de 5.315. Quelques chimistes ont supposé que l'orpiment ne différoit du réalgar qu'en ce qu'il contient une moindre proportion de soufre ; d'autres, que l'arsenic y existe à l'état d'oxide, et quelques-uns, enfin, qu'il contient de l'hydrogène sulfuré. Mais M. Proust a prouvé, qu'à une chaleur suffisante, il fond sans émission d'aucun gaz, et qu'en refroidissant il prend l'apparence du réalgar (1). D'où nous devons conclure que c'est, ainsi que cette dernière substance, un sulfure d'arsenic, que les deux composés ne diffèrent que dans leur état d'aggrégation ou que, peut-être, l'orpiment contient une petite portion d'eau qu'il perd par la fusion. M. Sage a observé que le réalgar exposé pendant quelque tems à la lumière prend la couleur jaune de l'orpiment (2).

[*Phosphure*.] 4. En distillant un mélange de parties égales d'arsenic et de phosphore, et en

(1) Journ. de phys. LIII. 94.
(2) *Ibid.* LVI. 55.

ménageant bien le feu, on obtient un résidu noir et brillant qu'il faut conserver sous l'eau; c'est le phosphure d'arsenic. On peut le former également en mettant dans une suffisante quantité d'eau, un mélange de parties égales de phosphore et d'arsenic, et en tenant pendant quelque tems à une douce chaleur le vaisseau qui le contient (1).

4. L'arsenic ne se combine ni avec le gaz azote, ni avec l'acide muriatique dont l'action oxide difficilement ce métal.

[*S'allie.*] 5. L'arsenic s'allie avec le plus grand nombre des métaux qu'il rend en général plus cassans et plus fusibles.

[*Avec l'or.*] 1. Il paroît y avoir une grande affinité entre l'or et l'arsenic; mais à raison de l'extrême volatilité de ce dernier métal, il est difficile d'unir les deux métaux par la fusion. Bergman réussit à faire prendre à l'or 0.016 de son poids d'arsenic (2). Hatchett après avoir ajouté 24 gram. d'arsenic à 281.882 grammes d'or en fusion, en remuant rapidement le mélange avec une baguette de fer, le coula dans un moule du même métal; il ne resta dans l'alliage que 318 milligrammes d'arsenic, de sorte qu'il

(1) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 139.
(2) *Opusc.* II. 281.

ne contenoit que 0.0011 de ce métal. Cet alliage a la couleur de l'or fin, et quoique cassant, il peut être en quelque sorte ployé avant de se rompre. Une fois que l'arsenic est uni à l'or, il n'est pas facile de l'en séparer par la chaleur. M. Hatchett reconnut que l'or s'imprègne aisément d'arsenic, et s'y combine lorsqu'il est chauffé au rouge. Il exposa une feuille d'or chauffée au rouge, aux vapeurs de l'arsenic, en la suspendant à la partie supérieure d'un dôme formé par un creuset renversé sur un autre dans lequel il avoit mis de l'arsenic; le tout ayant été bien luté, fut mis sur un feu ordinaire pendant environ 15 minutes. L'arsenic avoit agi sur l'or et s'y étoit combiné à la surface de la feuille qui s'étoit amincie en reprenant promptement son poli, parce que l'alliage de l'arsenic et de l'or étant très-fusible, il couloit à mesure qu'il se formoit dans le creuset inférieur, et s'y rassembloit en un bouton de couleur grise extrêmement cassant (1).

[*Avec le Platine.*] 2. Scheffer, et après lui Lewis, examinèrent l'alliage de l'arsenic et du platine. L'addition de l'oxide blanc d'arsenic facilite la fusion du platine lorsqu'il est fortement chauffé; mais le mélange n'est pas assez coulant

(1) *Sur les Alliages de l'or*, p. 7.

pour être versé hors du creuset. L'alliage est gris et cassant. L'arsenic s'en sépare par une forte chaleur, et laisse le platine à l'état d'une masse spongieuse (1).

[*Avec l'argent.*] 3. L'argent en fusion prend 0.071 d'arsenic (2). L'alliage est cassant, coloré en jaune, et ne sert à aucun usage.

[*Avec le mercure.*] 4. On parvient à amalgamer le mercure avec l'arsenic en chauffant ensemble ces deux métaux pendant plusieurs heures, et en remuant continuellement le mélange. L'amalgame est de couleur grise et composé de 5 parties de mercure et d'une d'arsenic (3).

[*Avec le cuivre.*] 5. On peut combiner l'arsenic avec le cuivre en tenant ensemble en fusion ces deux métaux dans un creuset fermé, dans lequel on a mis du muriate de soude en quantité suffisante pour que la surface des métaux en soit recouverte afin de les garantir de l'air qui oxideroit l'arsenic. On fait un grand usage de cet alliage qui est blanc et cassant; mais on y ajoute ordinairement un peu d'étain ou de bismuth. Il est connu dans le commerce sous

(1) *Phil. Com.* p. 515.
(2) Bergman. II. 281.
(3) *Ibid.* II. 281.

les noms de *cuivre blanc* et de *tombac*. Cet alliage est malléable et ductile lorsque l'arsenic n'y entre qu'en petite proportion (1).

[*Avec le fer.*] 6. On combine le fer et l'arsenic par la fusion. Cet alliage est blanc, cassant et susceptible de cristalliser. On le trouve tout fait dans la nature. Il est connu par les minéralogistes sous le nom de *mispichel*. Le fer peut prendre au-delà de son poids d'arsenic (2).

[*Avec l'étain.*] 7. On peut obtenir par la fusion un alliage d'arsenic et d'étain. Il est blanc, plus dur et plus sonore que l'étain, et cassant, à moins que la proportion de l'arsenic n'y soit très-petite. Un alliage de 15 parties d'étain et d'une d'arsenic, cristallise comme le bismuth. Il est plus cassant que le zinc, et moins fusible que l'étain. On peut en séparer l'arsenic en le chauffant à l'air (3).

[*Avec le plomb.*] 8. L'alliage de l'arsenic et du plomb peut s'opérer par la fusion. Il est cassant, de couleur foncée et en lames. Le plomb peut prendre 0.166 de son poids d'arsenic (4).

---

(1) *Chimie* de Neuman, p. 144.

(2) Bergman. II. 281.

(3) Bayen.

(4) Bergman.

[*Avec le nickel.*] 9. Le nickel se combine aisément avec l'arsenic, car il s'en trouve rarement dans la nature qui ne contienne pas de ce métal en plus ou moins grande proportion. Le composé a une teinte rouge, une très-grande dureté, et sa pesanteur spécifique est de beaucoup inférieure à celle moyenne des deux métaux. Il n'est pas attirable à l'aimant, et c'est une des propriétés remarquables de l'arsenic, que celle de détruire la vertu magnétique du fer et des autres métaux qui en sont susceptibles.

[*Avec le zinc.*] 10. En distillant un mélange de zinc et d'oxide blanc d'arsenic (1), on peut former un alliage de ces deux métaux, composé suivant Bergman de 4 parties de zinc et d'une d'arsenic.

[*Avec l'antimoine.*] 11. L'antimoine forme avec l'arsenic un alliage très-cassant, très-dur et très-fusible. Il est composé, suivant Bergman, de 7 parties d'antimoine et d'une partie d'arsenic.

[*Avec le bismuth.*] 12. Le bismuth peut prendre environ 0.20 de son poids d'arsenic (2); mais les propriétés de cet alliage n'ont pas été examinées.

---

(1) Malouin.

(2) Bergman. II. 281.

TROISIÈME CLASSE.

Des métaux cassans et difficilement fusibles.

Les anciens n'ont eu connoissance d'aucun des huit métaux qui composent cette classe; ils n'ont même été examinés avec succès par les chimistes modernes que depuis l'époque où le mode d'analyse chimique a été porté au plus haut dégré de perfection. Ces métaux sont si cassans et si peu fusibles, qu'il est presqu'impossible de les travailler. Ils seroient par conséquent de peu d'utilité, si quelques-uns d'entre eux ne devenoient d'une grande importance dans leur état d'oxides.

SECTION XIX.

Du cobalt.

[*Histoire.*] On employoit depuis le quinzième siècle ce minéral dans plusieurs contrées de l'Europe, pour donner au verre une couleur bleue, sans en connoître la nature, lorsqu'en

1733, Brandt l'ayant examiné, y découvrit un métal nouveau auquel il donna le nom de *cobalt* (1). On trouve dans la Cadmialogie de

(1) Le mot cobalt paroît être dérivé de celui *cobalus*, nom d'un esprit qui, suivant les notions superstitieuses de ces tems-là, fréquentoit les mines, détruisoit les travaux des mineurs, et leur causoit souvent beaucoup de peines inutiles. Il est probable que les mineurs appelèrent ainsi ce minéral, qu'on ne regardoit pas comme susceptible d'être employé à aucun usage, et qu'on laissoit de côté, parce qu'à raison des fausses espérances qu'il leur donnoit, et de ce qu'il rendoit souvent leurs travaux sans fruit, il les tourmentoit autant que l'esprit supposé. L'usage s'étoit introduit autrefois dans l'office des églises d'Allemagne de prier Dieu à l'effet de préserver les mineurs et leurs travaux des *kobalts* et des *esprits*. Hist. des Invent. de Beckmann. II. 362.

Mathesius, en parlant, dans son 10e. sermon, de la *cadmie fossile* (probablement mine de cobalt), dit : « Vous, mineurs, l'appelez *cobalt*, les Allemands l'appellent le diable noir, les vieilles prostituées et sorcières du diable, le noir et vieux *kobal*, qui, par leurs maléfices, nuisent aux peuples et aux bestiaux. »

Lehman, Paw, Delaval, et plusieurs autres savans, ont supposé que l'émail (oxide de cobalt fondu avec le verre et réduit en poudre) étoit connu des anciens, et qu'ils s'en servoient pour donner au verre cette belle couleur bleue qu'on remarque encore dans quelques-uns de leurs ouvrages; mais il résulte de l'analyse qu'a faite Gmelin de quelques morceaux de leur verre, que cette

Lehman, publiée en 1761 (1), de grands détails sur l'histoire et les propriétés de ce métal. Bergman confirma en 1780, dans plusieurs dissertations, la découverte de Brandt et y ajouta quelques faits (2). On ne s'en étoit presque pas occupé depuis, lorsqu'en 1798, il fut publié un mémoire de M. Tassaert, sur ce métal (3). On entreprit, en 1800, à l'École des mines de Paris, un travail suivi, qui avoit pour objet d'obtenir le cobalt parfaitement pur, et d'en reconnoître les propriétés dans cet état (4). Thenard fit en 1082, sur ce métal, une nouvelle série d'expériences qui répandirent de grandes lumières sur ses combinaisons avec l'oxigène (5). On s'est attaché en dernier lieu, avec beaucoup de soin, à chercher une méthode pour purifier ce métal; mais il ne paroît pas

---

couleur *bleue* n'étoit pas due à la présence du *cobalt*, mais à celle du *fer*.

La mine de cobalt fut employée pour la première fois, suivant Lehman, à colorer le verre en bleu, vers l'an 1540, dans la manufacture de verre de Christophe Schurer, à Platen.

(1) *Cadmialogie oder geschichte des farben kobolds.*

(2) *Opusc.* II. 444, 501; et IV. 371.

(3) Ann. de chim. XXVIII. 101.

(4) Fourcroy, *Disc. prélim.* p. 114.

(5) Ann. de chim. XLII. 210.

qu'on en ait trouvé aucune jusqu'à présent qui soit parfaitement exempte de toute incertitude (1).

[*Propriétés.*] 1. Le cobalt est d'une couleur grise un peu rosée et sans brillant métallique. Son tissu varie suivant le degré de feu qu'on a employé pour le fondre. Il est ou lamelleux, ou grenu, ou fibreux (2). Ce métal n'a ni odeur, ni saveur sensibles.

2. Sa dureté est 6 ; sa pesanteur spécifique, suivant Bergman et l'Ecole des mines de Paris, de 7.7, et suivant Hatchett, sur un échantillon qu'il éprouva, de 7.645 (3).

3. Il est cassant et se réduit aisément en poudre ; mais, s'il faut en croire Leonhardi, il est un peu malléable lorsqu'il est chauffé au rouge. On ne connoît pas son degré de ténacité.

4. Il fond à 130 degrés de Wedgewood, mais il ne se volatilise à aucun degré de chaleur que nous puissions produire. Si, en le laissant refroidir lentement, on incline le creuset où il a été fondu, au moment où sa surface se fige,

(1) Richter, Jour. de Gehlen. II. 53. Bucholz, *ibid.* III. 201. Philips, Phil. Mag. XVI. 312.

(2) Jour. de l'Ecole des mines.

(3) *Sur les Alliages de l'or*, p. 68.

à mesure que la portion liquide s'en écoule, celle qui adhère à la surface figée offre des cristaux en prismes irréguliers (1).

5. Il est, comme le fer, attirable à l'aimant, et il résulte des expériences de Wenzel, qu'il peut être lui-même converti en un aimant avec toutes les propriétés de l'aiguille magnétique ordinaire.

[*S'oxide.*] 2. Le cobalt n'éprouve aucune altération à l'air, ni lorsqu'il est gardé sous l'eau, son affinité pour l'oxigène n'étant pas assez forte pour en opérer la décomposition. Lorsqu'on le tient chauffé au rouge dans un vaisseau ouvert, il absorbe peu-à-peu de l'oxigène, et se convertit en une poussière bleue d'abord, qui devient par degrés d'une couleur de plus en plus foncée, et finit par être noire, ou plutôt d'un bleu si intense qu'il semble noir. A une chaleur très-violente, le cobalt prend feu et brûle avec une flamme rouge.

Il résulte des expériences de Thenard que le cobalt peut se combiner avec l'oxigène, au moins en trois proportions différentes, et former ainsi trois oxides distincts qu'on peut obtenir séparément.

(1) Fourcroy. V. 137.

[*Protoxide.*] 1. On forme le protoxide de cobalt en précipitant, par la potasse, une dissolution de cobalt dans l'acide nitrique. Le précipité est de couleur bleue, mais en le faisant sécher à l'air, il passe successivement au noir. En tenant cette poudre noire pendant une demi-heure au rouge cerise, la chaleur en dégage l'oxigène qu'elle avoit absorbé en séchant à l'air, et sa couleur est changée en un beau bleu. Cet oxide bleu se dissout dans les acides sans effervescence. Sa dissolution dans l'acide muriatique est verte, lorsque cet oxide est concentré; elle est rose, s'il est étendu d'eau. Sa dissolution dans les acides sulfurique et nitrique concentrés ou foibles, est toujours rose (1).

[*Deutoxide.*] 2. Lorsqu'on expose à l'air le protoxide de cobalt, au moment où il vient d'être précipité par la potasse de la dissolution de ce métal dans un acide, il se combine par degrés avec une dose additionnelle d'oxigène, ainsi que Thenard l'a reconnu dans ses expériences, et prend une couleur olive verdâtre. On peut l'obtenir dans cet état en faisant sécher le précipité avec soin et sans

(1) Annales de chimie. XLII. 213.

l'assistance de la chaleur. C'est alors le *deutoxide* de cobalt. En traitant cet oxide avec de l'acide muriatique étendu, et en chauffant doucement, il se dégage du gaz acide oxi-muriatique, et on a une dissolution de couleur rose. Il est donc évident que le deutoxide de cobalt perd une portion de son oxigène par sa dissolution dans l'acide muriatique (1).

[*Peroxide.*] 3. Lorsqu'on fait sécher à l'air à l'aide de la chaleur, le protoxide ou le deutoxide de cobalt nouvellement précipité de sa dissolution dans un acide, il prend une couleur puce, qui devient de plus en plus foncée, et finit par être noire : c'est le peroxide de cobalt. Il se dissout avec effervescence dans l'acide muriatique, et il se dégage en abondance du gaz acide muriatique oxigéné. Thenard considère la couleur brune que prend l'oxide, avant de passer au noir, comme un *tritoxide ;* mais ses expériences ne semblent pas suffisantes pour décider ce fait. A l'égard du précipité rose qu'on obtient quelquefois, lorsqu'on précipite le cobalt de sa dissolution dans les acides, et qu'on a regardé comme étant un oxide particulier de cobalt, Thenard soupçonne avec

(1) Ann. de chim. XLII. 213.

raison que c'est une combinaison de l'oxide de cobalt avec l'acide arsenique (1).

[4. *Union avec les combustibles.*] 1. Le cobalt ne se combine ni avec le carbone, ni avec l'hydrogène.

[*Sulfure.*] 2. Le cobalt ne s'unit point au soufre par la fusion; mais si on fait fondre ce métal avec le soufre en état de combinaison avec la potasse, l'union est très-intime, et il en résulte un sulfure de cobalt d'un blanc jaunâtre avec indice de cristallisation, et qui peut à peine être décomposé par la chaleur.

[*Phosphure.*] 3. En projetant successivement de petits morceaux de phosphore dans du cobalt chauffé au rouge, on obtient un phosphure de cobalt qui contient environ 0.066 de phosphore. Il est blanc et fragile, et perd promptement à l'air son éclat métallique. Le phosphore en est séparé par la chaleur, et le métal est oxidé. Ce phosphure est beaucoup plus fusible que le cobalt pur (2).

5. Le cobalt ne se combine point avec le gaz azote, non plus qu'avec l'acide muriatique.

[*S'allie avec.*] 6. Le cobalt semble capable de s'unir avec le plus grand nombre des métaux,

(1) Ann. de chim. XLII. 214.

(2) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 134.

mais ses alliages ne sont que très-imparfaitement connus.

[*L'or.*] 1. Hatchett ayant fondu ensemble 11 parties d'or et une de cobalt, il obtint un alliage d'une belle couleur jaune, très-fragile et à cassure grenue. Sa pesanteur spécifique étoit de 17.112; le volume des deux métaux, de 1000 avant la fusion, étoit après, de 1001. Ainsi, ils n'avoient éprouvé qu'un très-petit degré d'expansion. L'alliage de l'or et du cobalt continue d'être fragile, lors même que le cobalt n'y entre que pour les 0.016; mais lorsqu'il y est en proportion moindre, l'or commence à redevenir ductile (1).

2. L'alliage du cobalt et du platine n'a pas été examiné.

[*L'argent.*] 3. En fondant ensemble 2 parties de cobalt et une d'argent, on obtient après la fusion les deux métaux séparément, l'argent au fond du creuset, et le cobalt au-dessus de l'argent. Chacun de ces métaux cependant a absorbé une petite portion de l'autre, car l'argent est cassant et d'une couleur foncée, et le cobalt est plus blanc qu'à l'ordinaire (2).

(1) Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p. 19.

(2) Gellert, p. 137.

4. Le cobalt ne se combine point avec le mercure.

5. On connoît à peine l'alliage du cuivre et du cobalt (1).

[*Le fer.*] 6. L'alliage du fer et du cobalt est très-dur et très-difficile à rompre. Le cobalt contient généralement un peu de fer qu'on a beaucoup de peine à en séparer.

[*L'étain.*] 7. L'alliage du cobalt et de l'étain est d'un violet clair, et formé de petits grains.

[*Le plomb.*] 8. On avoit supposé que le cobalt ne s'unissoit pas au plomb par la fusion, parce qu'en fondant ensemble parties égales de plomb et de cobalt, on obtenoit les deux métaux séparés après leur fusion, le plomb au-dessous et le cobalt au-dessus. Mais en faisant fondre ensuite ce cobalt avec le fer, on s'est apperçu qu'il s'étoit combiné avec un peu de plomb; car alors, dans sa combinaison avec le fer, il s'en séparoit du plomb (2). Mais Gmelin a réussi a former cet alliage en mettant un mélange de cobalt en poudre, et de lames minces de plomb dans un creuset recouvert de charbon pour le garantir du contact de l'air, et en le faisant ainsi chauffer convenable-

(1) Cronstedt.

(2) Gellert, p. 137.

ment. Avec parties égales de plomb et de cobalt, les deux métaux paroissoient former un mélange homogène, quoiqu'il s'apperçût que dans quelques endroits le plomb prédominoit. Cet alliage étoit cassant, susceptible d'un plus beau poli que le plomb auquel il ressembloit moins qu'au cobalt. Sa pesanteur spécifique étoit de 8.12. Deux parties de plomb et une de cobalt formoient un alliage de mélange uniforme, plus approchant du cobalt que du plomb, très-peu malléable et plus mou que le précédent alliage. La pesanteur spécifique de celui-ci étoit de 8.28. L'alliage de 4 parties de plomb et d'une de cobalt, étoit encore fragile, ayant la cassure du cobalt, mais le poli du plomb. Il étoit plus dur que le plomb ; on obtenoit, de 6 parties de plomb et d'une de cobalt, un alliage plus malléable que les précédens, et plus dur que le plomb. Sa pesanteur spécifique étoit de 9.65. Enfin un alliage de 8 parties de plomb et d'une de cobalt étoit encore plus dur que le plomb, et susceptible d'un meilleur poli. Il étoit aussi malléable que le plomb. Sa pesanteur spécifique étoit de 9.78 (1).

[*Le nickel.*] 9. On trouve souvent dans la nature le cobalt combiné avec le nickel.

---

(1) Ann. de chim. XIX. 357.

10. Le cobalt ne paroît pas susceptible de s'unir par la fusion avec le bismuth, ni avec le zinc.

SECTION XX.

Du manganèse.

[*Histoire.*] 1. On se servoit, depuis bien longtems dans les verreries, d'un minéral de couleur grise ou brune, appelé *manganèse*, en latin *magnesia*, à cause de sa ressemblance avec le *magnès* ou aimant suivant l'opinion de Boyle qui en découvrit une mine en Angleterre. Glaubert, en 1656 (1), et Waiz, en 1705 (2), firent quelques expériences sur ce minéral, auquel les chimistes ne sembloient pas faire beaucoup d'attention. La plupart des minéralogistes s'accordoient à le regarder comme une mine de fer; mais Pott, qui publia en 1740, le premier examen chimique de cette substance, s'étant assuré que souvent elle contient à peine du fer, Cronstedt l'établit dans son *Systême de Minéralogie*, qui parut en 1758, comme consistant principalement en une terre

---

(1) *Prosperitas Germaniæ.*

(2) *Geschichte* de Weigleb. I. 127.

d'une nature particulière. Rinman examina de nouveau ce minéral, en 1765 (1) et en 1770. Kaim fit connoître, à Vienne, les résultats des expériences qu'il avoit faites pour prouver qu'on en pouvoit extraire un métal différent de tous ceux alors connus (2). Bergman, à qui la même idée étoit déja venue, avoit engagé Schéele en 1771 à entreprendre un travail suivi sur le manganèse. La Dissertation de ce chimiste sur cette substance, qui parut en 1774, est un chef-d'œuvre d'analyse, et contient quelques-unes des plus importantes découvertes de la chimie moderne. Bergman annonça aussi, dans la même année, que le minéral alors appelé *manganèse*, étoit un oxide métallique (3) dont il avoit plusieurs fois essayé sans succès d'opérer la réduction, parce que toute la masse se transformoit en scories, ou bien il ne s'en séparoit que de petits globules attirables à l'aimant. Cette difficulté de fusion le porta à soupçonner que le métal contenu dans le manganèse avoit beaucoup d'analogie avec le platine; mais par de nouvelles expériences sur l'oxide de manganèse, Gahn parvint

(1) Mém. Stockholm. 1765, p. 235.

(2) *De Metallis dubiis*, p. 48.

(3) *Opusc.* II. 201.

depuis à en obtenir le métal par le procédé suivant. Il enduisit l'intérieur d'un creuset de poussière de charbon humectée d'eau ; il mit, avec de l'huile, dans ce creuset un peu du minéral réduit à l'état de pâte et sous forme de boule, et il le remplit de poussière de charbon. Il luta un autre creuset sur celui-ci et exposa le tout pendant quatre heures, à une chaleur très-intense. Il trouva au fond du creuset un bouton métallique, ou plutôt un certain nombre de petits globules métalliques, dont le poids correspondoit aux 0.33 celui du minéral employé (1). Il est aisé de voir par quels moyens cette réduction s'effectua; l'oxigène de l'oxide attiré par le charbon avoit abandonné le métal appelé *manganèse*. Il fut depuis l'objet de recherches plus étendues, faites par Ilseman, en 1782, Hielm, en 1785, et Bindheim, en 1789.

[*Propriétés.*] 1. Le manganèse, lorsqu'il est pur, est d'un blanc tirant sur le gris. Son tissu est grenu ; il n'a ni saveur ni odeur.

2. Sa dureté est 9, ou égale à celle du fer. Sa pesanteur spécifique est, suivant Bergman, d'environ 6.850 (2).

(1) Bergman. II. 211.

(2) Opusc. II. 203.

3. Il est très cassant, et ne peut être écroui ni tiré en fils. On ne connoît pas sa ténacité.

4. Il ne fond, suivant Morveau, qu'à la température de 160° de Wedgewood, et par conséquent, il est un peu moins fusible que le fer.

5. Il est attirable à l'aimant lorsqu'il est réduit en poudre, ce qui est vraisemblablement dû à une petite portion de fer qu'il contient et qu'il est très-difficile d'en séparer.

[*S'oxide.*] 2. Le manganèse se combine très-rapidement avec l'oxigène de l'atmosphère; il perd promptement son éclat à l'air, et devient successivement gris, violet, brun et noir. Cette altération dans sa couleur a lieu encore plus promptement, lorsqu'on chauffe le métal avec le contact de l'air. Il paroît susceptible de se combiner avec l'oxigène en trois portions différentes; et dans ces trois divers états d'oxidation, il forme les oxides *blanc*, *rouge* et *noir*.

[*Protoxide.*] 1. On obtient le protoxide, ou l'oxide blanc, en faisant dissoudre l'oxide noir de manganèse dans l'acide nitrique, et en y ajoutant un peu de sucre; le sucre attire l'oxigène de l'oxide noir, le convertit en oxide blanc qui est dissous par l'acide. En mettant une quantité suffisante de potasse dans cette

dissolution, le protoxide est précipité sous la forme d'une poudre blanche. Cet oxide blanc est composé, d'après Bergman, de 80 parties de manganèse, et de 20 d'oxigène. Lorsqu'il est exposé à l'air, il en attire promptement l'oxigène, et est converti en oxide noir (1).

[*Deutoxide.*] 2. On forme le deutoxide, ou oxide rouge, en dissolvant l'oxide noir dans l'acide sulfurique, sans addition d'aucune substance combustible. Lorsque l'oxide noir de manganèse étant mis à l'état de pâte avec l'acide sulfurique, on le chauffe dans une cornue, il se dégage une grande quantité de gaz oxigène, et l'oxide ainsi dépouillé d'une portion de son oxigène se dissout dans l'acide. On distille alors jusqu'à siccité, on met de l'eau sur le résidu, et on filtre. On a une dissolution de sulfate de manganèse colorée en rouge, dont on précipite, par un alcali, la substance rouge qui est *l'oxide rouge de manganèse*. Cet oxide est composé, suivant Bergman, de 74 parties de manganèse, et de 26 d'oxigène (2). Il se convertit également en oxide noir par son exposition à l'air dont il attire l'oxigène.

[*Peroxide.*] 3. Le peroxide, ou oxide *noir*

---

(1) *Opusc.* II. 211.

(2) *Ibid.* 215.

de manganèse, existe abondamment dans la nature ; c'est presque toujours dans cet état que le manganèse s'y trouve, et c'est à cet oxide noir que fut originairement appliquée la dénomination de *manganèse*. On peut le former très-promptement par la simple exposition du métal à l'air. L'oxide noir de manganèse contient, d'après Fourcroy, 60 parties de manganèse et 40 d'oxigène (1).

Lorsqu'on le chauffe au rouge dans une cornue de terre, il fournit en abondance du gaz oxigène qu'on peut recueillir dans des vaisseaux convenables. Il est à-peu-près réduit par cette opération à l'état d'oxide rouge ; mais en l'exposant à l'air et en l'humectant au besoin, il absorbe une nouvelle quantité d'oxigène qu'on peut encore en retirer par le même procédé (2). L'oxide blanc de manganèse ne donne pas par ce moyen de gaz oxigène, ce qui prouve que la portion qui y est combinée est retenue avec une affinité plus forte que celle additionnelle qui le constitue oxide noir. Seguin a observé que, dans quelques circonstances, l'oxide noir

(1) Fourcroy. V. 177.

(2) Je crois nécessaire d'observer que cette absorption ne m'a bien réussi que lorsque les oxides, blanc ou rouge de manganèse, avoient été précipités par un acide.

avant de passer au rouge, émet une certaine quantité de gaz azote (1). Lorsqu'il reste pendant longtems exposé à une forte chaleur, il prend une couleur verte. Dans cet état, l'acide sulfurique le rend blanc, mais ne le dissout pas (2).

[4. *Union avec les combustibles.*] 1°. Le manganèse ne se combine point avec l'hydrogène. Sa dissolution dans l'acide sulfurique, produit une masse noire spongieuse de carbure de fer. C'est ce qui l'avoit fait considérer comme susceptible de se combiner avec le carbone; mais il est plus probable que le carbone est combiné avec le fer, qui est presque toujours présent dans le manganèse. Il sembleroit cependant que le carbure de fer est capable d'union avec ce métal, et qu'il forme toujours une partie de l'acier.

[*Sulfure.*] 2°. Bergman ne put réussir à combiner le manganèse avec le soufre, mais avec 8 parties d'oxide noir, et 3 de soufre,

(1) Il est très-vraisemblable que ce gaz azote provenoit de la filtration de l'air à travers la cornue de terre dans laquelle on chauffe le manganèse. Je ne me suis jamais apperçu qu'il se dégageât de gaz azote lorsque je chauffois le manganèse dans une cornue de fer.

(2) Bergman. II. 216.

il réussit à former cette union, et obtint un oxide sulfuré de manganèse de couleur verte, donnant, par les acides, du gaz hydrogène sulfuré (1). On ne peut néanmoins révoquer en doute, la possibilité de l'union du soufre avec le manganèse, puisque Proust a trouvé le sulfure de manganèse natif, dans celle des mines de tellure, connue sous le nom de mine d'or de Nagyag (2).

[*Phosphure.*] 3°. La combinaison du phosphore avec le manganèse s'opère facilement en fondant ensemble parties égales de ce métal et de verre phosphorique, ou en jetant du phosphore dans du manganèse chauffé au rouge. Le phosphure de manganèse est blanc, cassant, grenu avec tendance à cristalliser. Il ne s'altère point à l'air. Il est plus fusible que le manganèse. Lorsqu'on le chauffe, le phosphore brûle et le métal est oxidé (3).

4°. Le manganèse ne se combine avec aucun des corps simples incombustibles.

[*S'allie.*] 5. Le manganèse forme avec un grand nombre de métaux, des alliages qui n'ont été qu'imparfaitement examinés.

---

(1) Bergman. II. 221.

(2) Journ. de phys LVI. 1.

(3) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 137.

[*Avec l'or.*] 1. Nous devons à Hatchett plusieurs expériences intéressantes sur l'alliage du manganèse et de l'or. Il mêloit et brûloit à plusieurs reprises, de l'huile d'olive avec de l'oxide noir de manganèse, après quoi il enveloppa un morceau d'or de cet oxide, et le plaça dans un creuset enduit de poussière de charbon et bien luté. Le creuset fut exposé pendant trois heures à une forte chaleur. Par ce moyen, une portion de l'oxide de manganèse fut réduite, et le métal se combina avec l'or. Cet alliage étoit à l'extérieur d'un gris jaunâtre pâle, avec un éclat considérable, et presque égal à celui de l'acier poli. Il étoit très-dur et un peu ductile. Sa cassure étoit lâche, très-spongieuse et d'une couleur grise rougeâtre. Il n'étoit point altérable à l'air. M. Bingley, qui fit l'analyse de cet alliage, trouva qu'il varioit dans ses proportions de manganèse des 0.125 aux 0.111 de la masse. Il est d'une fusion plus difficile que l'or. Lorsqu'on le tient en fusion avec le contact de l'air, la totalité du manganèse est oxidée et surnage à la surface. Le manganèse peut être séparé de cet alliage par la coupellation avec le plomb (1).

[*Le cuivre.*] Le manganèse s'unit facilement avec le cuivre. Le composé, suivant Bergman,

(1) Hatchett, *sur les Alliages de l'or*, p. 22.

est très-malléable. Il est de couleur rouge, qui, à la longue passe quelquefois au vert. Gmelin tenta, par beaucoup d'expériences, de former cet alliage par la fusion de l'oxide noir de manganèse et du cuivre; il y réussit en partie, et proposa de substituer cet alliage à celui du cuivre et de l'arsenic qu'on emploie dans les arts (1).

[*Le fer.*] Le manganèse s'unit facilement au fer, puisqu'on ne le trouve presque jamais exempt de mélange avec ce métal. Le manganèse donne au fer une couleur blanche et le rend cassant. Il se combine aussi avec l'étain, mais à peine avec le zinc (2).

Le manganèse ne se combine, ni avec le mercure ni avec le bismuth. Gmelin trouva que l'alliage du manganèse avec ce dernier métal ne pouvoit se former que très-difficilement, et que son union avec l'antimoine étoit très-imparfaite (3). Les chimistes n'ont point essayé de combiner le manganèse avec le platine, l'argent, le nickel et le cobalt.

---

(1) Ann. de chim. I. 303.
(2) Bergman. II. 205.
(3) Ann. de chim. XIX. 366.

SECTION XXI.

Du chrome.

[*Histoire.*] 1. Lehman donna, dans une lettre qu'il écrivit à Buffon en 1766, la première description d'un minéral d'un beau rouge, avec une nuance de jaune, cristallisé en pyramides quadrilatères, qui se trouvoit dans la mine de Beresof, près d'Ekaterimbourg en Sibérie. Ce minéral connu sous le nom de mine de *plomb rouge de sibérie*, étoit employé en peinture ; il est devenu extrêmement rare et cher. Il fut examiné bientôt après par Pallas qui le considéra comme un composé de plomb, d'arsenic et de soufre. Macquart qui avoit été envoyé en 1783, en expédition minéralogique dans le nord de l'Europe, en rapporta une certaine quantité à Paris, où il en fit l'analyse conjointement avec Vauquelin en 1789. Ces chimistes annoncèrent que c'étoit un composé d'oxide de plomb et de fer ; de son côté, Bindheim assuroit y avoir trouvé le plomb, l'acide molybdique et le nickel. C'est cette discordance dans les résultats des analyses, qui porta Vauquelin, déja maître consommé dans

l'art d'analyser les minéraux, à faire en 1797 (1), de nouvelles recherches sur celui-ci, et il trouva que c'étoit une combinaison d'oxide de plomb et d'un acide avec une base métallique, qui n'avoit point encore été examinée. En chauffant très-fortement cet acide dans un creuset de charbon, il le réduisit en un métal auquel il donna le nom de *chrome* (2). Les expériences de Vauquelin ont été répétées, et confirmées depuis par Klaproth (3), Gmelin (4) et Mussin-Puschkin (5).

[*Propriétés.*] On ne s'est assuré que d'un très-petit nombre des propriétés de ce métal : il est blanc, tirant sur le jaune, très-fragile, et extrêmement difficile à fondre. Il est peu altérable

---

(1) Ann. de chim. XXV. 21 et 194.

(2) De χρωμα, à cause de la propriété qu'il a de colorer, d'une manière remarquable, les autres corps.

(3) Ann. de Crell. 1798. I. 80. Klaproth examina la *mine de plomb rouge* par suite de l'analyse de Bindheim. Ses expériences le portèrent à conclure que l'acide métallique, combiné avec le plomb, n'étoit pas l'acide molybdique, mais celui de quelque nouveau métal inconnu. L'échantillon qu'il avoit de ce minéral étant trop peu considérable, il ne lui fut pas possible de pousser plus loin ses recherches; ce fut dans ces entrefaites que Vauquelin publia ses expériences.

(4) *Ibid.* 1799. I. 275.

(5) *Ibid.* 1798. I. 355, etc.

à l'air ; il est probable que l'eau a également peu d'action sur lui. Celle qu'il éprouve des acides est foible ou lente. L'acide nitrique le convertit graduellement en un oxide en lui fournissant de l'oxigène.

[*S'oxide.*] 2. Le chrome semble capable de se combiner avec l'oxigène en trois proportions différentes, et d'être, par conséquent, dans les trois états distincts d'*oxide vert*, d'oxide *brun*, et d'oxide *jaune* ou *acide chromique*.

1. On obtient le protoxide, ou oxide vert, en chauffant l'acide chromique dans des vaisseaux clos ; le gaz oxigène se dégage, et ce qui reste est l'oxide vert.

2. Le deutoxide, oxide brun, est l'intermédiaire entre l'oxide vert et l'acide chromique. Mussin-Puschkin qui le décrivit le premier, le compare à l'oxide brun de fer. Il n'a rien dit du procédé par lequel il l'avoit obtenu (1).

3. Le peroxide, ou acide chromique, se trouve natif dans la *mine de plomb rouge*. C'est une poudre rouge, ou jaune orangé, soluble dans l'eau, composée de 33 parties de chrome et de 67 d'oxigène.

Les autres propriétés du chrome n'ont pas été examinées.

---

(1) Ann. de Crell. 1798. II. 445.

SECTION XXII.

De l'urane.

[*Histoire.*] On trouve dans la mine de Georges Wagsfort à Johann Georgonstadt en Saxe, un minéral qui y existe en partie sans aucun mélange avec d'autres substances, et en partie stratifié avec différentes espèces de pierres et de terres. La première variété est de couleur noirâtre, tirant sur le gris foncé. Elle a peu d'éclat. Son tissu est serré, et sa cassure présente, même dans les plus petites molécules, une surface en quelque sorte conchoïdale. Elle est entièrement opaque, passablement dure, et se réduit, par la pulvérisation, en une poudre noire. Sa pesanteur spécifique est d'environ 7.500. La seconde variété se distingue par sa couleur d'un plus beau noir, parsemée de quelques points rougeâtres. Elle est moins dure. On la reconnoît encore à son éclat qui ressemble à celui du charbon de terre, et à la nuance verte que prend sa couleur noire lorsqu'elle est réduite en poudre (1).

(1) Klaproth, Jour. de Crell. Trad. angl. I. 126.

Ce fossile s'appeloit *pechblende*, et les minéralogistes, induits en erreur par cette dénomination (1), l'avoient considéré comme une mine de zinc, jusqu'à l'époque où le célèbre Werner jugeant, par son tissu, sa dureté et sa pesanteur spécifique, que ce n'étoit pas une *blende*, le plaça parmi les mines de fer. On soupçonna depuis que ce minéral contenoit le *tungstène*, et cette conjecture paroissoit confirmée par les expériences de quelques minéralogistes allemands, publiées dans le journal des Mineurs (2), lorsque Klaproth, ayant soumis ce minéral à l'analyse en 1789, reconnut qu'il consistoit principalement en une combinaison de soufre avec un métal particulier auquel il donna le nom d'*urane* (3).

L'urane examiné depuis par Richter, a été récemment encore l'objet d'une suite d'expériences importantes publiées par Bucholz (4).

---

(1) *Blende* est le nom qu'on donne aux mines de zinc.

(2) Ann. de Crell.

(3) D'*Uranus* (Οὐρανός), nom donné par M. Bode à la nouvelle planète découverte par Herschell, et adopté par les astronomes allemands. M. Klaproth avoit d'abord appelé ce métal *uranite*, mais il changea depuis ce nom dans celui d'*urane*.

(4) Jour. de Gehlen. IV. 17.

[*Préparation.*] Pour extraire l'urane de sa mine, on traite le minéral par l'acide nitrique qui en dissout la portion métallique, et laisse la plus grande partie des corps étrangers. Cette dissolution contient ordinairement avec l'urane, du fer, du cuivre et de la chaux. En l'évaporant à siccité, et en exposant le résidu desséché à une chaleur ménagée, le fer est rendu insoluble dans l'eau distillée qui peut dissoudre les autres substances dont on le sépare par ce moyen. En ajoutant de l'ammoniaque à la dissolution, et en l'y laissant pendant quelque tems en digestion, elle s'empare du cuivre et précipite l'urane. Après avoir bien lavé le précipité avec de l'ammoniaque jusqu'à ce que la liqueur du lavage ait entièrement cessé d'être colorée, on le dissout dans l'acide nitrique. On concentre la dissolution par l'évaporation, et on la met à cristalliser. On retire les cristaux colorés en vert qu'elle produit, on les fait sécher sur du papier brouillard, on les dissout dans l'eau et on met de nouveau ce liquide à cristalliser. On parvient à séparer ainsi la totalité de la chaux, et les cristaux ne contiennent plus à la fin que l'oxide pur d'urane uni à l'acide nitrique. On les chauffe au rouge, et il reste une poudre jaunâtre qui est l'oxide d'urane. On mêle cette poudre avec une petite quantité

de poussière de charbon, on expose le mélange à une chaleur violente, et l'oxide est réduit à l'état métallique (1).

[*Propriétés.*] 1. On n'a pu se procurer jusqu'à présent l'urane en masses un peu considérables, parce que la chaleur qu'il exige pour sa fusion est de beaucoup supérieure à celle qui peut être produite dans les fourneaux. Il résulte des essais de Bucholz sur la fonte de ce métal, qu'on ne peut se servir avec avantage d'aucun flux pour la rendre plus facile. Il n'attribue pas cette propriété réfractaire à la présence du fer, ainsi que l'avoit soupçonné Richter; il pense que la poudre de charbon en trop grande proportion, nuit à la fonte, et que le meilleur moyen de l'opérer avec succès est de ne mêler l'oxide qu'avec les 0.05 de son poids de charbon. Il faut renfermer ce mélange dans un creuset de charbon, afin de le garantir du contact de l'air, et l'exposer ainsi à la chaleur la plus forte possible. A la chaleur de 170°. de Wedgewood, Klaproth obtint une masse métallique poreuse d'une cohérence assez ferme; et Bucholz l'eut, à-peu-près, dans le même état.

2. L'urane obtenu par ce procédé, est de

(1) Beitrage de Klaproth. II. 476. Traduct. anglaise, Bucholz, Jour. de Gelhen. IV. 19.

couleur gris-de-fer ; il a beaucoup d'éclat. Il cède à l'action de la lime ; on ne connoît ni sa malléabilité ni sa ductilité. Sa pesanteur spécifique n'est, d'après les essais de Klaproth, que de 8.100, tandis que Bucholz l'a trouvée être de 9.000.

[*Sa combinaison avec l'oxigène.*] 3. Nous voyons par les expériences de Bucholz que l'urane est capable de s'unir à l'oxigène en diverses proportions.

[*Protoxide.*] 1. Lorsqu'on chauffe l'urane au rouge avec le contact de l'air, il éprouve une sorte de combustion, il devient ardent comme un charbon embrasé, et se convertit promptement en une poussière noire grisâtre, qui ne change plus par la continuation de la chaleur. Cette poudre est le protoxide d'urane. 100 parties du métal ainsi oxidé, en produisent 105.17, et par conséquent cet oxide, est composé d'environ

95.1	urane.
4.9	oxigène.
100.0 (1)	

[*Peroxide.*] 2. L'urane, ou son oxide, étant dissous dans l'acide nitrique, si on traite

(1) Bucholz, Jour. de Gelhen. IV. 35.

la dissolution avec un alcali, le métal en est précipité à l'état d'un peroxide. On obtient le même peroxide en précipitant l'urane de sa dissolution dans les acides sulfurique ou muriatique, et en l'exposant à l'air lorsqu'il est encore humide. Le peroxide, ainsi formé, après avoir été lavé et séché, est jaune, insipide et insoluble dans l'eau; il se dissout avec effervescence dans l'acide muriatique, et avec dégagement de gaz acide oximuriatique. Il est composé, suivant Bucholz, de 76 à 80 parties d'urane, unies à 24 ou 20 parties d'oxigène; ainsi 100 parties du métal augmentent en poids par cette peroxidation de manière à devenir 126 et 131. On n'en a pas encore reconnu, par des expériences, les proportions exactes (1).

[*Autres oxides.*] 3. Bucholz pensa, qu'outre ces deux oxides, l'urane est encore susceptible de divers degrés intermédiaires d'oxidation, dont chacun est caractérisé par une nuance particulière de couleur. Lorsque l'oxide noir est précipité par l'ammoniaque de sa dissolution dans l'acide sulfurique, il est d'abord d'un gris noirâtre, mais il passe promptement au violet. Lorsque la dissolution de l'urane dans l'acide nitrique est évaporée à siccité,

---

(1) Bucholz, Jour. de Gelhen. IV. 37.

en chauffant au rouge le résidu, il reste une poudre d'un brun jaunâtre tirant sur le vert. Bucholz considère toutes ces couleurs comme indiquant autant de degrés d'oxidation, et comme produisant, dans chacune de leurs variations, un oxide particulier dont il établit ainsi l'ordre et la suite (1).

Protoxide..........	noir grisâtre.
Second oxide........	noir foncé tirant sur le violet.
Troisième oxide.....	brun verdâtre.
Quatrième oxide.....	vert grisâtre.
Cinquième oxide.....	orangé.
Peroxide...........	jaune citron.

3. On n'a tenté de combiner l'urane avec aucun des corps combustibles simples, excepté le soufre.

[*Sulfure.*] Klaproth mêla le peroxide d'urane avec le double de son poids de soufre. Il chauffa le mélange dans une cornue, jusqu'à ce que la plus grande partie du soufre eût été dégagée. Le résidu étoit une masse compacte de couleur brune noirâtre. En augmentant la chaleur, le reste du soufre se dissipa et laissa l'urane à l'état métallique sous la forme d'une poudre noire grossière et pesante (2). Les expériences de

(1) Bucholz, Jour. de Gelhen. IV. 40.
(2) Beitrage. II. 213.

Bucholz, quoique faites d'une autre manière, lui donnèrent à-peu-près les mêmes résultats ; il fit bouillir jusqu'à siccité un mélange de soufre et d'oxide d'urane dans une dissolution alcaline. Il fit chauffer le résidu au rouge, et le traita ensuite avec l'eau distillée. Il resta une poudre brune noirâtre, et la dissolution présentoit des cristaux en petites aiguilles de couleur rouge. Le composé qu'il avoit obtenu ainsi donna dans une expérience du gaz hydrogène sulfuré, en le dissolvant dans l'acide muriatique, ce qui prouve que ce n'étoit pas un oxide sulfuré, mais un sulfure d'urane (1).

4. L'urane ne se dissout qu'imparfaitement dans l'acide muriatique, et il est probable que l'azote n'a point d'action sur lui.

5. On n'a aucune connoissance des combinaisons que l'urane est susceptible de former avec les autres métaux. Bucholz n'ayant pu se procurer une quantité suffisante de ce métal, les expériences qu'il se proposoit de faire à cet égard n'ont pu avoir lieu.

---

(1) Journ. de Gelhen. IV. 47.

Section XXIII.

Du molybdène.

[*Histoire.*] Le mot grec μολυβδαινα, en latin *plumbago*, semble avoir été employé par les anciens pour désigner différens oxides de plomb; mais les modernes l'appliquèrent indistinctement à toutes les substances dont les propriétés sont d'être légères, friables, de couleur foncée, douces et grasses au toucher, et de tacher les doigts. Schéele est le premier qui, ayant examiné avec attention ces divers minéraux, trouva qu'il y en avoit deux très-distincts qu'on avoit confondus ensemble. Il appropria le mot *plumbago* à celui d'entre eux composé de carbone et de fer, que nous avons déja décrit sous la dénomination de *plombagine*, et il appela l'autre *molybdène*.

Le molybdène est composé de particules écailleuses, adhérant légèrement les unes aux autres. Sa couleur bleue se rapproche beaucoup de celle du plomb. Par l'analyse qu'en fit Schéele en 1778, il en obtint du soufre et une poudre blanchâtre à laquelle il reconnut les propriétés

d'un acide, et qu'en conséquence il appelle *acide de molybdène* (1). Bergman présumant, d'après les propriétés de cet acide, que ce devoit être un oxide métallique, il engagea Hielm en 1782, à entreprendre le travail et la suite d'expériences par lesquelles il réussit à en obtenir le métal auquel il donna le nom de *molybdène* (2). Son procédé consistoit à former une pâte de cet acide avec de l'huile de lin, et de la chauffer dans un creuset à un feu très-violent (3).

Les expériences de Schéele répétées depuis par Pelletier (4), Ilseman (5) et Heyer (6), furent non-seulement confirmées, mais encore celles faites par ces philosophes présentèrent beaucoup de faits nouveaux qui ne laissèrent plus aucun doute sur la nature métallique de l'acide molybdique, quoiqu'à raison du très-violent degré de chaleur qu'exige la fusion du molybdène, ils n'eussent alors pu en obtenir que quelques parcelles à l'état de métal. Il fut depuis examiné par Hatchett, dont les expé-

(1) Schéele. I. 236.
(2) *Sciagrafie* de Bergman. Trad. angl. p. 19.
(3) Ann. de Crell. 1790. I. 39 etc.
(4) Jour. de phys. 1785. décembre.
(5) Ann. de Crell. 1787. I. 407.
(6) Jour. de phys. 1787. II. 21 et 124.

riences répandirent un nouveau jour sur sa nature (1).

La méthode la plus simple pour se procurer le molybdène à l'état de pureté, paroît être celle qu'Hielm employoit. Il grilloit lentement, et à plusieurs reprises, le molybdène, à une chaleur modérément rouge, jusqu'à ce qu'il fut réduit en totalité en une poudre fine qu'il faisoit dissoudre dans l'ammoniaque, après l'avoir tamisée. Il évaporoit à siccité cette dissolution filtrée, et en ajoutant un peu d'acide nitrique au résidu chauffé à une douce chaleur, il restoit une poudre blanche qui étoit l'oxide pur de molybdène (2).

En chauffant à un feu très-violent un mélange de cet oxide avec de l'huile ou de la poussière de charbon, il étoit réduit à l'état métallique.

1. On n'a obtenu jusqu'à présent le molybdène qu'en petits grains métalliques agglutinés, la plus grande chaleur de nos fourneaux n'étant pas suffisante pour le fondre en un bouton. Aussi ne connoît-on qu'imparfaitement ses propriétés.

2. Les échantillons qu'Hielm s'en procura étoient d'un blanc jaunâtre à leur surface, et

(1) Phil. Trans. 195. 323.
(2) Ann. de Crell. III. 338. Trad. angl.

verdâtre à l'intérieur. Leur pesanteur spécifique étoit de 7.400. En comparant ses expériences à celles de Klaproth et de Bucholz, sur l'urane, il paroît probable que le molybdène est encore plus réfractaire que ce métal.

3. Le molybdène, chauffé avec le contact de l'air, en absorbe peu-à-peu l'oxigène, et se convertit en un oxide blanc qui se volatilise en petits cristaux, en aiguilles très-brillantes. Cet oxide qui a les propriétés acides, est connu sous le nom d'*acide molybdique*.

On voit par les expériences de Hatchett, que le molybdène est susceptible de se combiner avec l'oxigène en quatre proportions différentes, et de former dans ces divers états les oxides *noir*, *bleu*, *vert*, et *jaune* ou *blanc*. Hatchett a donné à l'oxide vert le nom d'*acide molybdeux*; le jaune ou le blanc est l'acide molybdique (1).

[*Protoxide.*] 1. Le protoxide, ou oxide noir, s'obtient en chauffant dans un creuset un mélange d'acide molybdique avec du charbon en poudre. La masse noire qui reste dans le creuset est l'oxide noir qui paroît ne contenir qu'une très-petite proportion d'oxigène.

[*Deutoxide.*] 2. En opérant de la même

(1) Phil. Trans. p. 323.

manière, mais en chauffant un peu moins, on forme l'oxide bleu. On y réussit également en plongeant une feuille d'étain dans une dissolution d'acide molybdique.

[*Peroxide.*] 3. On a le peroxide, ou acide molybdique, en distillant à plusieurs reprises 6 parties d'acide nitrique étendu, sur le molybdène natif, réduit en poudre. Il reste après la distillation une masse blanche composée d'acides sulfurique et molybdique. En la lavant avec un peu d'eau pure, on en sépare l'acide sulfurique, et l'acide molybdique reste seul. Cet acide est d'abord blanc, mais lorsqu'il a été fondu et sublimé, il devient jaune.

[*Union avec les combustibles.*] 1. Le molybdène se combine aisément avec le soufre, et le composé a exactement les mêmes propriétés que la substance décomposée par Schéele (1). Ce qu'il appela alors molybdène est donc le *sulfure de molybdène.* S'il en obtint par l'analyse un acide auquel il donna le nom d'acide molybdique, c'est que le métal s'étoit combiné avec l'oxigène pendant l'opération. On peut également former le sulfure de molybdène, en distillant ensemble une partie d'acide molybdique, et 5 parties de soufre.

(1) Pelletier, Jour. de phys. 1785.

2. Le molybdène peut aussi se combiner avec le phosphore (1).

4. L'acide muriatique n'agit que foiblement sur le molybdène, mais il dissout son oxide. On n'a point examiné l'action de l'azote sur ce métal.

[*S'allie.*] 5. Nous devons à l'infatigable industrie de Hielm une suite d'expériences sur les alliages du molybdène avec les autres métaux.

[*Avec l'or.*] 1. Il n'entre qu'en fusion imparfaite avec l'or, et forme une masse fragile noirâtre, dont une portion considérable de l'or coule lorsqu'on la chauffe fortement pendant quelque tems.

Cet alliage est attaqué par l'acide nitrique. L'or s'en dépose sous la forme d'une poudre fine, et le molybdène en est séparé en oxide blanc. Cet alliage ayant été éprouvé, on le trouva composé de

Or..........	6.4.2.
Molybdène...	2.2.2.

Aucun des composés de ces deux métaux ne peut être amené à l'état de fusion parfaite, même à l'aide du borax (2).

(1) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 137.
(2) Hielm, Ann. de Crell. III. 136. Trad. angl.

[*Avec le platine.*] 2. La fusion d'un mélange de parties égales de platine et de molybdène produit une masse dure, irrégulière, fragile, d'un tissu serré, de couleur légèrement grise, avec éclat métallique. 3 parties de molybdène et une de platine ne se fondent pas complètement ensemble. La même difficulté a lieu lorsqu'on augmente la proportion du platine. Hielm trouva que la pesanteur spécifique de cet alliage étoit de 20 (1).

[*Avec l'argent.*] 3. Hielm ayant chauffé fortement dans un creuset 4 parties d'argent et 2 de molybdène, il ne se forma point de bouton. En continuant la chaleur il y eut liquation d'une portion de l'argent retenant encore un peu de molybdène, et qui prenoit en le chauffant, une couleur bleuâtre. Le résidu étant fondu de nouveau dans le charbon, devint plus compacte. Il étoit fragile, de couleur grise, et d'un tissu grenu. En le mettant seul en fusion, l'argent s'en écouloit. L'argent étoit séparé de cet alliage par l'acide nitrique, et le molybdène converti en oxide blanc. Avec 4 parties d'argent et une de molybdène on a un composé malléable, mais qui ne peut être fondu en

(1) Hielm, Ann. de Crell. III. 52. Ann. de ch. IV. 17.

un bouton arrondi. Il est de couleur d'argent et d'une texture grenue.

Une partie d'argent et 2 de molybdène fondirent en un petit bloc grisâtre, fragile et grenu. En chauffant le composé sur le charbon, le molybdène s'évaporoit et l'argent restoit. On peut séparer le molybdène de l'argent par la coupellation, et spécialement si l'alliage a été préalablement calciné (1).

4. Hielm ne réussit pas dans l'essai qu'il fit d'unir le mercure au molybdène (2).

[*Avec le cuivre.*] 5. Parties égales de cuivre et de molybdène formèrent un alliage d'un tissu grenu, d'une couleur bleuâtre mêlée de rouge, un peu malléable, quoique se brisant à la longue sous le marteau. Il cédoit à l'action de la lime ; sa surface, à l'endroit où il en avoit été attaqué, étoit plus pâle que le cuivre, et ne se ternissoit point à l'air. Avec 4 parties de cuivre et une et demie de molybdène on eut un alliage très-différent dans ses propriétés ; mais celui d'une partie de cuivre et de deux de molybdène étoit fragile, et d'une couleur grise rougeâtre. On en sépare le cuivre par

(1) Ann. de Crell. III. 361.
(2) *Ibid.* III. 358.

l'acide nitrique et le molybdène reste à l'état d'oxide blanc (1).

[*Avec le fer.*] 6. La fusion de parties égales de fer et de molybdène s'opère aisément. Elle forme un alliage cassant de couleur grise bleuâtre, et d'une dureté considérable. Sa cassure étoit écailleuse, fine, et grenue. Il fondoit au chalumeau sans se boursouffler et sans donner d'étincelles. Une partie de fer et 2 de molybdène produisirent un alliage fragile, d'un tissu fin et grenu et d'une légère couleur grise. Il étoit attirable à l'aimant et infusible au chalumeau. De tous les métaux, le fer semble être celui qui s'unit le plus facilement au molybdène (2).

[*Avec le nickel.*] 7. En fondant parties égales de molybdène et de nickel, on obtient un bouton de couleur légèrement grise à l'intérieur, cédant un peu à l'action du marteau avant de se rompre, et d'un tissu grenu. Il n'étoit ni attirable à l'aimant, ni fusible au chalumeau. Lorsqu'on augmentoit la proportion du molybdène, la fonte de l'alliage devenoit plus difficile, mais il conservoit à-peu-près les mêmes propriétés (3).

(1) Ann. de Crell. III. 366.
(2) *Ibid.* p. 370.
(3) *Ibid.* p. 367.

[*Avec l'étain*] 8. Parties égales de molybdène et d'étain se fondirent en une masse grise noirâtre, grenue, fragile et molle. L'alliage de 2 parties d'étain et d'une de molybdène étoit plus dur que le précédent, mais il s'en rapprochoit beaucoup sous d'autres rapports. Avec 4 parties d'étain et une de molybdène, on avoit un alliage encore plus dur, un peu malléable, et qui n'avoit pas, en le ployant dans les mains, le cri de l'étain. Sa cassure étoit de couleur grisâtre et son tissu grenu. En le chauffant fortement, l'étain ne s'en écouloit qu'autant qu'on le pressoit avec des tenailles (1).

[*Avec le plomb.*] 9. En fondant ensemble 10 parties de plomb et une de molybdène, on obtient un alliage tant soit peu malléable, plus blanc que le plomb pur. En le tenant chauffé pendant quelque tems, le plomb coule en partie. Si on augmente la proportion du molybdène, l'alliage devient fragile, de couleur foncée, et plus difficilement fusible (2).

[*Avec le zinc.*] 10. La volatilité du zinc rend très-difficile l'alliage de ce métal avec le molybdène. En chauffant ensemble très-forte-

(1) Ann. de Crell. III. 373.

(2) *Ibid.* p. 388.

ment dans un creuset couvert, parties égales des deux métaux, on a une masse noire presqu'à l'état de poussière (1).

[*Avec le bismuth.*] 11. En fondant ensemble le molybdène et le bismuth, ce dernier métal est volatilisé; il reste une masse noire, fragile, qui consiste principalement en molybdène. On obtient par la fusion dans un lit de charbon, de 4 parties de bismuth et d'une de molybdène une masse noire, cassante, ainsi qu'un bouton de bismuth qui retient une portion de molybdène. Ce bouton peut supporter quelques coups de marteau, mais à la fin il se brise en morceaux. Il est très-fusible et d'un tissu plus serré que celui du bismuth (2).

[*Avec l'antimoine.*] 12. L'antimoine et le molybdène étant mis ensemble en fusion, l'antimoine s'exhale en laissant le molybdène à l'état d'une masse noire; en ajoutant de l'antimoine à cette masse, et en répétant deux fois la fusion, une portion d'antimoine adhère au molybdène, et il en résulte un alliage fragile, de couleur grise jaunâtre (3).

[*Avec l'arsenic.*] 13. L'arsenic se sublime en

(1) Ann. de Crell. III. 375.
(2) *Ibid.* p. 363.
(3) *Ibid.* p. 377.

totalité lorsqu'on le fond avec le molybdène ; mais si c'est de l'oxide d'arsenic qu'on emploie, il se fait une combinaison de laquelle il n'est pas facile de séparer de nouveau l'arsenic (1).

[*Avec le cobalt.*] 14. Parties égales de cobalt et de molybdène fondent en un bouton de couleur grise, fragile et très-peu fusible ; 2 parties de cobalt et 4 d'antimoine donnent un alliage de couleur grise rougeâtre, étincelant, dur, fragile, non attirable à l'aimant, grenu dans son intérieur qui est d'une couleur grise bleuâtre (2).

[*Avec le manganèse.*] 15. En fondant ensemble parties égales de manganèse et de molybdène, on obtient un bouton irrégulier, infusible au chalumeau, et qui ne colore le borax que lorsqu'il a été grillé (3).

---

(1) Ann. de Crell. III. 368.
(2) *Ibid.* p. 371.
(3) *Ibid.* p. 376.

SECTION XXIV.

Du tungstène.

[*Histoire.*] 1. On trouva, en Suède, un minéral d'une couleur blanche, opaque, d'une grande pesanteur, et qu'à raison de cette dernière circonstance, on nomma *tungsten*, ou *pierre pesante*. Quelques minéralogistes considérèrent ce métal comme une mine d'étain; d'autres supposèrent qu'il contenoit du fer. Schéele, par l'analyse qu'il en fit, en 1781, reconnut qu'il étoit composé de chaux et d'une substance particulière également terreuse, avec les propriétés d'un acide qu'il nomma *acide tungstique* (1). Bergman présuma que la base de cet acide (2) étoit un métal, et cette conjecture fut bientôt après pleinement confirmée par les expériences de MM. d'Elhuyart, qui trouvèrent la même substance dans un minéral de couleur noire brunâtre, appelé par les Allemands *wolfram* (3), qu'on rencontre

(1) Schéele. II. 81.

(2) *Ibid.* p. 91.

(3) Le wolfram avoit été analysé en 1761, par Lehman,

quelquefois dans les mines d'étain. MM. d'Elhuyart trouvèrent que ce minéral contenoit 0.65 d'acide tungstique, et que le surplus étoit du manganèse, du fer et de l'étain. Ils mirent un mélange de cette substance acide et de poussière de charbon dans un creuset fermé qu'ils exposèrent à un feu très-violent. En l'ouvrant lorsqu'il eût été refroidi, il en retirèrent un bouton métallique de couleur brune foncée, qui se réduisoit en poudre entre les doigts. En le regardant à la loupe, ils reconnurent qu'il consistoit en un assemblage de globules métalliques, dont quelques-uns étoient gros comme des têtes d'épingles. Le métal ainsi obtenu est le *tungstène*. Combiné avec l'oxigène dans l'acide tungstique, le charbon le lui avoit enlevé, et il étoit resté dans son état de pureté (1)

Les expériences des chimistes espagnols Elhuyart furent répétées, en 1796, par Vauquelin et Hecht, et en général avec succès ; mais ils ne purent réussir à opérer la fusion du métal aussi complètement que l'avoient fait MM. d'Elhuyart (2). Quelques essais que firent

---

qui le considéra comme un composé de fer et d'étain. *Probierkunst* de Lehman, p. 8.

(1) Mém. Toul. trad. en anglais. II. 141.

(2) Jour. des min. n°. 19, p. 5.

également à ce sujet le docteur Pearson (1) et Klaproth (2), furent sans succès. On dit que MM. Allen et Aiken de Londres, sont dernièrement parvenus à effectuer complètement cette fusion par une forte chaleur, sur une combinaison d'oxide de tungstène et d'ammoniaque (3).

[*Propriétés.*] 1. Le tungstène, que quelques chimistes allemands appellent *scheelium*, est un métal très-brillant, de couleur blanche grisâtre, ou plutôt semblable à celle du fer.

2. C'est un des métaux les plus durs. Vauquelin et Hecht ont pu à peine l'attaquer avec la lime. Il semble aussi être fragile. Sa pesanteur spécifique est, suivant MM. d'Elhuyart, de 17.6, et de 17.22 (4), selon Allen et Aiken. C'est donc, après l'or et le platine, le plus pesant des métaux.

3. Il exige, pour sa fusion, une température au moins égale à 170° de Wedgewood. Il paroît être susceptible de cristallisation par refroidissement, comme tous les autres métaux, car Vauquelin et Hecht observèrent

(1) Trad. de la *Nomenclature chim.*

(2) *Observat. sur les fossiles de Cornouailles*, p. 77.

(3) Jour. de chim. III. 115.

(4) *Ibid.*

un grand nombre de petits cristaux dans le bouton imparfait qu'ils avoient obtenu.

4. Il n'est pas attirable à l'aimant.

[*S'oxide.*] 2. Lorsqu'on chauffe le tungstène avec le contact de l'air, il en absorbe l'oxigène, et se convertit graduellement en oxide.

Il semble capable de se combiner avec l'oxigène en deux proportions différentes, et de former ainsi deux oxides, le *noir* et le *jaune*.

[*Protoxide.*] 1. On peut obtenir le protoxide, ou oxide noir, en chauffant pendant quelques heures, l'oxide jaune dans un creuset couvert.

[*Peroxide.*] 2. Le peroxide, ou oxide jaune, connu sous le nom d'*acide tungstique* (1), se trouve natif dans le *wolfram*. On l'en sépare en faisant bouillir une partie de wolfram avec 3 parties d'acide muriatique. On décante l'acide au bout d'une demi-heure. Il s'en précipite, par le repos, une poudre jaune qu'on

(1) L'acide tungstique de Schéele diffère de cet oxide en ce que c'est une poudre blanche, de saveur acide, et soluble dans l'eau. MM. d'Elhuyart ont démontré que c'est un sel triple, composé d'oxide jaune de tungstène, de potasse, et de l'acide employé pour décomposer le minéral dont on l'a obtenu.

dissout dans l'ammoniaque. On évapore cette dissolution à siccité, et on chauffe pendant quelque tems au rouge le résidu desséché. C'est alors *l'oxide jaune* à l'état de pureté (1). Cet oxide est insipide et insoluble dans l'eau ; mais il reste longtems en suspension dans ce liquide qu'il rend ainsi d'un jaune laiteux, et qui n'a point d'action sur les couleurs végétales. en chauffant cet oxide dans une cuillère de platine, il prend une couleur verte ; exposé au chalumeau, il devient noir. Il est composé de 80 parties de tungstène et de 20 d'oxigène. Sa pesanteur spécifique est de 6.12.

(1) Bucholz a proposé un procédé plus économique pour former cet oxide. On mêle une partie de wolfram, réduit en poudre fine, avec 2 parties de carbonate de potasse; on tient pendant une heure le mélange en fusion dans un creuset en le remuant de tems en tems; on le verse alors dans un cône de fer; on réduit la masse en poudre avant qu'elle soit entièrement refroidie; on la fait bouillir à diverses reprises dans l'eau jusqu'à ce qu'elle en sorte sans saveur. On réunit toutes les dissolutions, et on y ajoute de l'acide muriatique jusqu'à ce qu'il ne s'y forme plus de précipité. On décante, on lave le précipité obtenu, on le met dans une dissolution bouillante de carbonate de potasse; on précipite de nouveau par l'acide muriatique, on lave et on sèche le précipité. C'est le peroxide pur de tungstène. Journ. de chim. III. 220.

3. 1°. Le sulfure de tungstène est d'un noir bleuâtre, dur et susceptible de cristallisation.

2°. Le phosphore peut se combiner avec le tungstène (1), mais on n'a pu s'assurer d'aucune des propriétés de ce phosphure.

4. Il ne paroît pas que les substances incombustibles simples soient capables de s'unir avec le tungstène.

[*Sallie.*] 5. MM. d'Elhuyart sont les seuls qui aient assayé de combiner le tungstène avec d'autres métaux. Ils faisoient un mélange de 5.311 gram. de chaque métal, dont ils vouloient produire l'alliage, et de 2,655 gram. d'oxide de tungstène, avec une quantité convenable de charbon, et ils chauffoient le mélange dans un creuset. Ils obtinrent de leurs essais les résultats suivans:

[*Avec l'or.*] 1. Avec l'or, la fusion ne fut pas complète ; le bouton pesoit 7.385 gram. Par la coupellation avec le plomb, l'or étoit rendu à sa pureté première. La fonte ne s'opéroit pas mieux avec le platine ; la masse obtenue pesoit 7.436 gram.

[*L'argent.*] 2. Avec l'argent, ils eurent un bouton brun blanchâtre, un peu spongieux qui, par quelques coups de marteau s'étendoit faci-

(1) Pelletier, Ann. de chim. XIII. 137.

lement ; mais qui , en les continuant , se brisoit en morceaux. Ce bouton pesoit 7.542 gram.

[*Le cuivre.*] 3. Avec le cuivre , le bouton étoit d'un rouge cuivreux , approchant du brun foncé. Il étoit spongieux , un peu ductile , et pesoit 7.064 gram.

[*La fonte de fer.*] 4. Avec la fonte de fer blanche , ils obtinrent un bouton parfait d'un brun blanchâtre , dur , rude au toucher , d'une cassure compacte et pesant 7.276 gram.

[*Le plomb.*] 5. Avec le plomb , le bouton étoit d'un brun bien foncé avec très-peu d'éclat ; il étoit spongieux , très - ductile , se fendant en feuilles sous le marteau. Il pesoit 6.745 grammes.

[*L'étain.*] 6. Le bouton formé avec l'étain étoit d'un brun plus clair que le dernier , très-spongieux , un peu ductile , et du poids de 7.329 gram.

[*L'antimoine.*] 7. Avec l'antimoine, le bouton étoit brun foncé , luisant , un peu spongieux , rude au toucher , et se brisant facilement. Il pesoit 5.736 gram.

[*Le bismuth.*] 8. Le bouton obtenu avec le bismuth présentoit une cassure , qui vue dans un certain jour , étoit brun foncé avec éclat métallique , et , dans un autre , d'une apparence terreuse et sans éclat ; mais , dans l'un et l'autre

cas, on y distinguoit une infinité de petits creux sur toute la masse. Ce bouton étoit dur, rude au toucher, et du poids de 3.611 gram.

[*Le manganèse.*] 9. Le manganèse donnoit un bouton brun bleuâtre foncé et d'apparence terreuse. En l'examinant dans sa partie intérieure, avec une loupe, il ressembloit à de l'écume impure de fer. Il pesoit 5.683gram. (1).

QUATRIÈME CLASSE.

Des métaux réfractaires.

Tous les métaux qui composent la classe précédente sont, si on en excepte le cobalt et le manganèse, d'une fusion tellement difficile, qu'il a été impossible de se les procurer en grandes masses et de les obtenir autrement qu'à l'état de grains aglutinés. Les métaux qui nous restent à examiner sont plus réfractaires encore, puis qu'aucun d'eux n'est encore connu dans son état métallique, et qu'on n'a pu en examiner que les oxides et les composés qu'ils for-

(1) Analyse chimique du wolfram, trad. par Cullen, p. 59.

ment avec les autres corps. Le titane pourroit peut-être présenter à cet égard une exception ; mais la réduction de cette substance à l'état métallique étant encore, en quelque sorte, douteuse, il a paru plus convenable de la ranger dans la classe des métaux réfractaires.

SECTION XXV.

Du titane.

[*Histoire.*] 1. M. Grégor ayant examiné, en 1781, un sable noir qui a beaucoup de ressemblance avec la poudre à canon, qui se trouve dans la vallée de Menachan, dans le Cornouailles, il reconnut qu'il étoit presqu'entièrement composé de fer et d'oxide d'un nouveau métal, auquel il donna le nom de *menachine*(1). Il essaya en vain de réduire cet oxide, mais ses expériences suffirent pour démontrer la nature métallique de cette substance, et que le métal qu'elle contenoit avoit été jusqu'alors absolument inconnu. Quelque curieuse et intéressante que fût cette analyse, elle ne parut

(1) Jour. de phys. XXXIX. 72 et 152.

pas avoir excité une grande attention, puisque personne ne songea depuis à la répéter ou à vérifier les conclusions de M. Grégor. Mais, en 1795, Klaproth publia l'analyse qu'il avoit faite d'un minéral rouge brunâtre, connu des minéralogistes sous le nom de *schorl rouge*. Il le trouva entièrement composé de l'oxide d'un métal particulier qu'il appela *titane* (1). Il essaya aussi en vain de réduire cet oxide, mais ses expériences ne laissèrent aucun doute sur l'existence du métal. En examinant depuis, en 1797, le minéral noir analysé 16 ans auparavant par M. Grégor, il le trouva composé d'oxides de fer et de titane (2). Ainsi, l'analyse de M. Grégor étoit exacte; son *menachine* étoit le même métal que le *titane*, et par conséquent la découverte originale lui en appartient incontestablement. Le mot de *titane* a été préféré par les chimistes pour désigner ce métal, par la considération de la grande célébrité de l'illustre savant qui le lui avoit donné. Vauquelin et Hecht répétèrent, en 1796, les expériences de Klaproth; ils en confirmèrent les résultats, et ajoutèrent quelques nouveaux faits à son travail sur le titane. Ils

(1) Beitrage. I. 233.
(2) *Ibid.* II. 226.

essayèrent de réduire son oxide, et ils parvinrent à en obtenir une très-petite portion à l'état métallique (1). Lowitz, en 1798 (2), et Lampadius depuis, s'occupèrent aussi de recherches sur ce métal dont les travaux de ces savans nous ont fait connoître les propriétés.

1. On dit que Lampadius en opéra la réduction, en exposant son oxide avec du charbon à un feu violent. La couleur de ce métal est celle du cuivre, mais plus foncée. Il est très-brillant, fragile, très-élastique lorsqu'il est réduit en petits morceaux, et infiniment peu fusible (3).

[*S'oxide.*] 2. Il se ternit à l'air et s'oxide aisément par la chaleur, en prenant une couleur bleue. Il détone lorsqu'on le jette dans du nitrate de potasse rougi au feu (4). Il paroît capable de former trois oxides différens ; savoir : *le bleu* ou *pourpre*, *le rouge* et *le blanc*.

[*Protoxide.*] 1. Le protoxide, l'oxide bleu ou pourpre, est celui qui se forme par l'absorption de l'oxigène par le titane, lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air.

(1) Jour. des mines, n°. 15, p. 10.
(2) Ann. de Crell. 1799. I. 183.
(3) Jour. de Nicholson. VI. 62.
(4) Lampadius, *Ibid.*

[*Deutoxide.*] 2. Le deutoxide, ou oxide rouge, se trouve dans la nature. Il y est souvent cristallisé en prismes à quatre côtés. Sa pesanteur spécifique est d'environ 4.2. Il est assez dur pour rayer le verre. En le chauffant, il devient brun; et si on le pousse à un feu très-violent, il s'en volatilise une portion. Il se réduit à l'état métallique lorsqu'on le chauffe, pendant un tems suffisant, avec du charbon.

[*Peroxide.*] 3. Le peroxide, ou oxide blanc, peut s'obtenir en fondant l'oxide rouge dans un creuset avec quatre fois son poids de potasse, et en dissolvant le tout dans l'eau. Il se précipite promptement une poudre blanche qui est l'oxide blanc de titane. Vauquelin et Hecht l'ont trouvé composé de 89 parties d'oxide rouge et de 11 d'oxigène.

[*Union avec les combustibles.*] 3. 1°. Le titane ne paroît pas susceptible de se combiner avec le soufre (1).

2°. M. Chenevix est parvenu à former le phosphure de titane, en opérant de la manière suivante. Il mit un mélange de charbon, de phosphate de titane (combinaison de l'acide phosphorique avec l'oxide de titane) et d'un peu de borax, dans un double creuset bien

(1) Grégor.

luté, et il exposa le tout à un feu de forge. La chaleur fut modérée d'abord, puis successivement augmentée pendant trois quarts-d'heure, et maintenue pendant une demi-heure aussi violente que possible. On trouva dans le creuset le phosphure de titane sous la forme d'un bouton métallique. Il est d'un blanc pâle, fragile, grenu, et infusible au chalumeau (1).

[*Alliages.*] 4. Vauquelin et Hecht essayèrent sans succès de former des alliages du titane avec l'argent, le cuivre, le plomb et l'arsenic; mais ils parvinrent à le combiner avec le fer, et obtinrent un alliage de couleur grise, parsemée de points brillans jaunes, dont il leur fut impossible d'opérer la réduction.

SECTION XXVI.

Du columbium.

[*Histoire.*] 1. M. Hatchett étant occupé, en 1802, à arranger quelques minéraux dans le Musée anglais, une substance pesante, de couleur foncée attira son attention, comme ayant quelque ressemblance avec le *chromate*

(1) Jour. de Nicholson. V. 134.

de fer. L'échantillon, peu considérable, étoit décrit dans le catalogue de sir Hans Sloane, « comme une pierre noire, pesante, avec rayures dorées. » Il paroît qu'il s'étoit trouvé parmi différens échantillons de mines de fer que lui avoit envoyés M. Winthrop de Massachuset. Sa couleur étoit d'un gris brun foncé, sa cassure longitudinale imparfaitement lamelleuse, et celle transversale ayant l'aspect d'un grain fin. Son éclat étoit vitreux, et dans quelques portions, légèrement métallique. Il étoit peu dur, mais très-fragile. Il donnoit, par la trituration, une poudre d'un brun chocolat foncé, qui n'étoit pas attirable à l'aimant. Sa pesanteur spécifique, à la température de 18°.33 centig., étoit de 5.918. M. Hatchett s'assura, par l'analyse qu'il fit de ce minéral, qu'il étoit composé d'une partie d'oxide de fer, et de plus de 3 parties d'une substance blanche qui avoit les propriétés d'un acide et présentoit les caractères d'un composé d'oxigène uni à une base métallique.

M. Hatchett démontra que cette substance différoit de tous les acides métalliques jusqu'alors examinés; qu'ainsi sa base métallique devoit être également d'une nature particulière et exiger un nom différent. Il lui donna en conséquence celui de *columbium*.

On fit plusieurs tentatives pour réduire cet acide à l'état métallique, mais aucune d'elles ne réussit complètement. On en mit une portion dans un creuset rempli de charbon, qu'on exposa à une violente chaleur dans un petit fourneau à vent, pendant environ une heure et demie. On y trouva l'oxide dans un état pulvérulent, et ayant pris la couleur noire.

M. Hatchett s'assura que cette substance étoit, ainsi que les autres métaux, susceptible de différens états de combinaison avec l'oxigène, qui se distinguoient par le changement de leurs couleurs et leur action diverse sur les acides. Quoique chauffée très-fortement, elle ne se combinoit pas avec le soufre.

[*Phosphure.*] En versant de l'acide phosphorique sur une portion de l'oxide blanc, en évaporant ensuite à siccité, et en exposant le tout pendant une demi-heure à un feu de forge dans un creuset rempli de charbon, on obtenoit une matière spongieuse d'un brun foncé, ayant en quelque sorte de la ressemblance avec le phosphure de titane (1).

---

(1) Phil. Trans. 1802.

SECTION XXVII.

Du tantalium.

[*Histoire.*] M. Ekeberg, chimiste suédois très-distingué, a dernièrement découvert un nouveau métal constituant une des parties composantes de deux minéraux trouvés dans la paroisse de Kimito, en Finlande. Le premier de ces minéraux, qu'il appelle *tantalite*, est de couleur bleuâtre, ou grise noirâtre, confusément cristallisé, d'une cassure compacte, avec éclat métallique. Il est très-dur. Sa pesanteur spécifique est de 7.953. Il a été longtems connu et pris, par erreur, pour une mine d'étain.

L'autre minéral, appelé *yttrotantalite*, se trouve en petites masses en forme de rognons. Il est de couleur grise foncée, à cassure grenue, avec éclat métallique. Il n'est pas dur. Sa pesanteur spécifique est de 5.130.

M. Ekeberg retira, par l'analyse chimique, de chacun de ces minéraux, une poudre blanche qu'il reconnut être l'oxide d'un métal particulier, auquel il donna le nom de *tantalium*.

[*Sa réduction.*] Lorsque cet oxide blanc de tantalium est fortement chauffé dans un creuset avec du charbon, il laisse un bouton médiocrement dur, avec éclat métallique à sa surface, mais qui, à l'intérieur, est noir et dépourvu de tout aspect brillant. Les acides le convertissent de nouveau en oxide blanc.

[*S'oxide.*] La couleur de cet oxide ne s'altère point, même lorsqu'il est chauffé au rouge. Sa pesanteur spécifique est de 6.500. Les acides n'ont point d'action sur lui; il n'est soluble dans aucun d'eux. C'est ce caractère d'insolubilité dans les acides qui porta Ekeberg à donner à ce métal le nom de tantalium, en mémoire du supplice fabuleux de Tantale.

Cet oxide se combine avec tous les alcalis, excepté l'ammoniaque. Il en résulte des composés solubles dans l'eau. Il forme, par sa fusion avec le phosphate de soude et le borax (1), des verres sans couleur. Telles sont les seules propriétés qu'on ait jusqu'à présent reconnues dans ce métal (2).

La ressemblance entre les oxides de tantalium

---

(1) Il sera traité par la suite de ces substances.

(2) Dissertation de M. Ekeberg, publiée dans les Transactions de Suède pour 1802. Je n'en ai vu que les extraits publiés dans le Jour. de chim. III. 78, et dans

et de colombium est frappante. Ils ne diffèrent entre eux que par l'insolubilité du premier dans les acides ; mais nous ne savons pas quels sont les acides que M. Ekeberg a essayés, et M. Hatchett a trouvé que l'oxide de colombium étoit insoluble dans l'acide nitrique.

SECTION XXVIII.

Du cérium.

[*Histoire.*] On découvrit, en 1750, dans la mine de cuivre de Bastnas, à Ridderhytta, dans la Westmanie en Suède, un minéral qu'on confondit pendant quelque tems avec le tungstène, à raison de sa grande pesanteur. Ce minéral est opaque, de couleur de chair, avec des nuances différentes d'intensité, et très-rarement jaune. Il est rayé de blanc grisâtre, et devient d'un gris tirant sur le rouge lorsqu'il est broyé. Il est compacte, médiocrement dur, sa cassure n'a aucune forme déterminée.

---

les Ann. de chim. XLIII. 276. C'est là que j'ai trouvé énoncées les propriétés de ce métal, dont je viens de rendre compte.

Sa pesanteur spécifique est évaluée, par Cronstedt, à 4.988 (1); par Klaproth, à 4.660 (2); et MM. Hisinger et Berzelius l'ont trouvée être de 4.489 à 4.619 (3). M. d'Elhuyart, qui examina le premier ce minéral, s'assura, par l'analyse qu'il en fit, et qui fut publiée par Bergman en 1784, qu'il ne contenoit point de tungstène. On ne s'étoit pas occupé davantage de ce minéral, lorsque Klaproth annonça, en 1804 (4), qu'il y avoit reconnu la présence d'une terre nouvelle qu'il nommoit *ocroïte*. Il en envoya un échantillon à Vauquelin, qui, après avoir fait quelques essais sur ce nouveau produit, auquel il trouva autant de caractères métalliques que de terrestres, crut devoir hésiter à en déterminer la nature comme terre ou comme oxide métallique (5). Dans ce même tems-là, Hisinger et Berzelius faisoient des recherches plus étendues sur ce minéral qu'ils appelèrent cérite. Ils y découvrirent une substance particulière qu'ils considérèrent comme un oxide métallique, auquel ils donnèrent le nom de

(1) Jour. de Gehlen. II. 305.
(2) *Ibid.*
(3) *Ibid.* II. p. 398.
(4) *Opusc.* VI. 108.
(5) Ann. de chim. L. 140.

cérium, de celui de la planète de *Cérès* nouvellement découverte par Piazzi (1); mais ces chimistes essayèrent en vain de réduire le prétendu oxide à l'état métallique. Les tentatives de Gahn pour en opérer la réduction avec le charbon, au moyen d'une très-grande chaleur, ainsi que pour en former des alliages avec d'autres métaux, n'eurent pas plus de succès (2). Vauquelin a dernièrement examiné de nouveau cette substance, et n'a pas obtenu de ses expériences des résultats plus satisfaisans (3); aussi sa nature métallique n'est-elle pas pleinement établie. Cependant, comme par ses propriétés, elle semble se rapprocher davantage des oxides métalliques que des terres, nous pensons qu'il ne paroîtra pas déplacé d'entrer ici dans quelques détails sur cet oxide supposé de *cérium*.

[*Préparation.*] 1. Les chimistes suédois se procurèrent l'oxide de cérium dans son état de pureté, par le procédé suivant. On mettoit le minéral, réduit en poudre fine, en digestion dans de l'acide nitrique, jusqu'à ce que tout ce qui en étoit soluble par cet acide en eût été séparé. La dissolution décantée étoit évaporée

---

(1) Jour. de Gehlen. II. 297.

(2) *Ibid.* III. 217.

(3) Phil. Mag. XXII. 193.

à siccité, et le résidu dissous dans l'eau. On versoit alors dans la dissolution de l'ammoniaque jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de précipité. On dissolvoit de nouveau dans l'acide nitrique le précipité bien lavé, et on ajoutoit du *tartrate de potasse* (1) à cette dissolution. On chauffoit au rouge le précipité qu'on en séparoit; on le lavoit bien ensuite avec du vinaigre, et on le faisoit sécher : c'étoit dans cet état l'oxide pur de cérium (2).

1. Il étoit d'abord de couleur blanche ; mais chauffé au rouge, il devenoit d'un brun canelle.

[*Réduction*] 2. Il perdoit de son poids, lorsqu'après avoir été mis à l'état de pâte avec de l'huile, on le chauffoit dans un creuset de charbon. Poussé à un très-grand feu, il ne fond pas, mais il reste en poudre. Il offre cependant quelques particules brillantes, et lorsqu'on le dissout dans l'acide muriatique, il se dégage d'abord de l'hydrogène sulfuré, et ensuite du gaz hydrogène pur (3). Lorsque Vauquelin essaya la réduction de cet oxide, en exposant *l'oxalate* de cérium, mis en pâte avec de l'huile, à une très-forte chaleur dans un creuset de

(1) Sel qui sera décrit ci-après.
(2) Jour. de Gehlen. II. 401.
(3) Hisinger et Berzelius, *ibid.*

charbon, le tout se volatilisa à l'exception d'un très-petit bouton métallique, qui étoit un alliage de fer et de cérium (1). Dans un autre essai, il soupçonna qu'il en avoit réduit une petite portion; il obtint de petits globules blancs et foliés qui étoient inattaquables par les acides nitrique ou muriatique, mais qui étoient solubles dans l'acide nitro-muriatique. La dissolution étoit sans couleur et avoit une saveur douceâtre (2).

[*S'oxide.*] 3. Le cérium est, suivant les chimistes suédois, susceptible de divers degrés d'oxidation. Ils en jugent ainsi par le changement de couleurs qu'il éprouve dans différentes circonstances. Ils ont, du moins, évidemment démontré qu'il contenoit de l'oxigène, puisqu'en le mettant en digestion dans l'acide muriatique, il se sépare une portion de cet acide à l'état de gaz acide oxi-muriatique. Vauquelin considère ce métal comme pouvant être dans deux états distincts d'oxidation; le protoxide est blanc, et le peroxide rougeâtre (3).

4. L'oxide de cérium ne fond pas seul, mais lorsqu'il est traité au chalumeau avec le borax,

(1) Phil. Mag. XXII. 198.
(2) *Ibid.*
(3) *Ibid.*

il entre facilement en fusion et se boursoufle. Le globule, chauffé à l'extrémité de la flamme, prend une couleur de sang qui passe, par le refroidissement, au vert jaunâtre, et finit par se détruire, le bouton restant parfaitement transparent; lorsqu'il est fondu à la flamme bleue, ces changemens n'ont pas lieu; il passe tout de suite à l'état de verre sans couleur (1). C'est par ces phénomènes, que le cérium se distingue de toute autre substance métallique.

[*Action des combustibles.*] On a fait quelques essais sur les combinaisons du cérium avec les substances combustibles simples.

1. Lorsqu'on met un bâton de phosphore dans une dissolution de cérium par l'acide muriatique, et qu'on laisse pendant quelques jours à l'étuve le vaisseau qui la contient, il se forme au fond et sur les parois de ce vaisseau un précipité blanc; le phosphore se recouvre d'une croûte brune, dure, visqueuse, et qui luit dans l'obscurité. Lorsqu'on la chauffe, elle prend feu et abandonne une petite quantité

(1) Phil. Mag. XXII. 198. Les phénomènes décrits par Klaproth sont différens. Suivant lui, le borax ne dissout pas l'oxide; mais il est coloré par lui en un jaune brun. Vauquelin dit seulement qu'il communique au borax une couleur jaune.

d'oxide de cérium ; mais cette expérience ayant été répétée, elle ne réussit pas (1).

2. L'hydrosulfure d'ammoniaque précipite d'abord le cérium en brun ; mais cette couleur passe au vert foncé, à mesure qu'on ajoute de ce réactif, et le précipité séché devient d'un vert clair. Étant chauffé, il brûle et laisse l'oxide jaune de cérium ; mais la couleur du précipité varie suivant l'état du cérium tenu en dissolution (2).

3. Gahn ne put parvenir à combiner le cérium avec le plomb, et on n'en a point jusqu'à présent essayé d'autre union avec les métaux.

SECTION XXIX.

Remarques générales.

Après avoir examiné dans les précédentes sections chaque métal en particulier, tant sous le rapport des propriétés qui le distinguent, que dans ses différens états de combinaison avec l'oxigène, les corps combustibles simples, et

---

(1) Hisinger et Berzelius. Jour. de Gelhen. II. 401.

(2) Phil. Mag. XXII. 198. Le précipité que Vauquelin a obtenu étoit blanc, et ne contenoit point d'hydrogène sulfuré.

les métaux, nous terminerons ce traité des substances métalliques, par la considération dans leur ensemble, de leurs propriétés et de leurs combinaisons les plus remarquables. Ce sera l'objet de la présente section.

[*Propriété des métaux.*] 1. Les principales propriétés des métaux, autant qu'on a pu jusqu'à présent les reconnoître, se trouveront exposées dans le tableau suivant.

MÉTAUX.	COULEUR.	DURETÉ.	PESANTEUR spécifique.	TEMPÉRATURE DE LA FUSION. Centigrade.	de Wedgew.	TÉNACITÉ.
Or........	Jaune.	6.5	19.361	»	32°	150.07
Platine....	Blanc.	8	23.000	»	170 +	274.31
Argent....	Blanc.	7	10.510	»	22	187.13
Mercure...	Blanc.	0	13.568	-39°.44	»	»
Palladium..	Blanc.	9 +	11.871	»	160 +	»
Rhodium ..	Blanc.	»	11 +	»	160 +	»
Iridium....	Blanc.	»	»	»	160 +	»
Osmium ...	Bleu.	»	»	»	160 +	»
Cuivre.....	Rouge.	7.5	8.895	»	27	302.26
Fer.......	Gris.	9	7.8	»	158	549.25
Nickel.....	Blanc.	8.5	8.666	»	160 +	»
Etain......	Blanc.	6	7.299	227.77	»	31
Plomb.....	Bleu.	5.5	11.352	322.22	»	18.4
Zinc......	Blanc.	6.5	6.861	360.0	»	18.2
Bismuth ...	Blanc rougeât.	7	9.822	246.66	»	20.1
Antimoine..	Blanc grisâtre.	6.5	6.712	432.22	»	7
Tellure....	Blanc bleuâtr.	»	6.115	322.2 +	»	»
Arsenic....	Blanc bleuâtr.	5	8.31	210.0 +	»	»
Cobalt.....	Gris.	6	7.7	»	130	»
Manganèse.	Gris.	9	6.850	»	160	»
Chrome....	Blanc.	»	5.900	»	170 +	»
Urane.....	Gris de fer.	»	9.000	»	170 +	»
Molybdène.	Blanc jaunâtr.	»	8.600	»	170 +	»
Tungstène.	Blanc grisâtre.	9 +	17.6	»	170 +	»
Titane....	Rouge.	»	»	»	170 +	»
Columbium.	»	»	»	»	170 +	»
Tantalium .	»	»	»	»	170 +	»
Cérium....	Blanc.	»	»	»	170 +	»

Tous les métaux peuvent se combiner avec l'oxigène. Cette propriété est un de leurs caractères les plus frappans. Leur union avec l'oxigène s'opère par une grande variété de circonstances.

[*Par l'air.*] 1. Quelques métaux absorbent l'oxigène de l'atmosphère, et se réduisent en poudre par degrés, lorsqu'ils restent exposés à l'air. L'arsenic, le manganèse, et le fer, sont les seuls métaux jusqu'à présent connus pour y éprouver cet effet. Il n'est pas en raison de leur affinité pour l'oxigène, mais il est dû à l'action combinée de beaucoup d'agens dont les plus remarquables sont l'air, l'eau et l'acide carbonique. La plupart des métaux perdent leur brillant à l'air, et y deviennent ce qu'on appelle *ternis*. On regarde à présent cette ternissure, dont on ne peut les garantir qu'en les nettoyant fréquemment, comme un commencement d'oxidation, et leur ténacité, comme la cause qui empêche qu'elle ne s'étende au-delà de leur surface. L'or et le platine n'en sont pas susceptibles, et le mercure ne l'est pas d'une manière sensible. L'argent ne se ternit point par oxidation, mais par l'action du soufre.

[*Par le calorique.*] 2. La combinaison des métaux avec l'oxigène est rendue beaucoup plus facile par la chaleur, ce qu'on attribue à l'effet qu'elle produit de diminuer la cohésion de leurs

molécules. Il paroît que tous les métaux, lorsqu'ils sont chauffés suffisamment, s'oxident plus ou moins fortement; qu'à une température convenablement élevée ils prennent feu, et brûlent, les uns avec beaucoup, les autres avec peu d'éclat.

[*Combustion.*] L'arsenic est le plus combustible des métaux. Le zinc vient après. L'antimoine et le bismuth brûlent pareillement l'un et l'autre, lorsqu'ils sont chauffés au rouge, mais avec peu d'éclat; la combustion de l'étain est plus brillante. Le fer exige une chaleur au blanc, mais il brûle avec une grande splendeur. Les autres métaux sont de beaucoup inférieurs à ceux-ci en combustibilité. Les métaux se combinent toujours, en brûlant, avec une proportion déterminée d'oxigène. Quelques-uns, comme le fer et l'arsenic, sont capables de s'unir, après leur combustion, avec une plus grande quantité d'oxigène, tandis que d'autres, tels que le zinc, l'antimoine et le bismuth, s'oxident au maximum pendant la combustion.

[*Décomposent l'eau.*] 3. Quelques métaux ont la propriété de s'emparer de l'oxigène de l'eau, lorsque leur action est secondée par la chaleur. Le zinc, le fer, l'étain, et l'antimoine, sont les seuls qui en jouissent. Si, lorsqu'ils sont chauffés au rouge, on fait passer dessus de l'eau en vapeur, ils sont oxidés, et il se dégage du gaz hydrogène.

4. Les métaux varient considérablement entre eux, relativement à la proportion d'oxigène à laquelle ils sont capables de s'unir ; mais dans chaque métal en particulier, cette dose semble être déterminée. Il y a également, pour la plupart des métaux, un minimum de proportion de leur combinaison avec l'oxigène, et plusieurs d'entre eux sont susceptibles de divers états d'oxidation également bien déterminés, entre le protoxide et le peroxide, tandis que dans d'autres, comme dans le fer, par exemple, ces états intermédiaires ne peuvent être fixés d'une manière précise.

[*Table des oxides métalliques*]. On a formé le tableau qui suit, des divers états d'oxidation dont chaque métal est susceptible, en les distinguant par la couleur, et la proportion d'oxigène unie à 100 parties du métal, qui constituent chacun des oxides en particulier. (Voyez le tableau ci-joint).

MÉTAUX.	Oxides.	COULEUR.	OXIGÈNE.
Or.	1	Pourp.	
	2	Jaune.	10
Platine.	1	Vert.	7.5
	2	Brun.	15
Argent.	P.	Olive.	12.8
Mercure.	1	Noir.	4.16
	2	Jaune.	12
	3	Rouge.	17.6
Palladium.	1	Bleu.	»
	2	Jaune.	»
Rhodium.	P.	Jaune.	»
Iridium.	1	Bleu.	»
	2	Rouge.	»
Osmium.	P.	Transp	»
Cuivre.	1	Rouge.	13
	2	Noir.	25
Fer.	1	Noir.	37
	2	Rouge.	92.3
Nickel.	1	Vert.	28
	2	Noir.	»
Etain.	1	Gris.	25
	2	Blanc.	38.8
Plomb.	1	»	»
	2	Jaune.	8
	3	Rouge.	13.6
	4	Brun.	25
Zinc.	1	Jaune.	13.6
	2	Blanc.	25
Bismuth.	P.	Jaune.	12

MÉTAUX.	Oxide	COULEUR	OXIGÈNE.
Antimoine.	1	Blanc.	32.7
	2	Blanc.	30
Tellure.	P.	Blanc.	»
Arsenic.	1	Blanc.	33
	2	Acide.	53
Cobalt.	1	Bleu.	»
	2	Vert.	»
	3	Noir.	»
Manganèse.	1	Blanc.	25
	2	Rouge.	35
	3	Noir.	66.6
Chrome.	1	Vert.	»
	2	Brun.	»
	3	Rouge.	200
Urane.	1	Noir.	5.17
	2	Jaune.	28
Molybdène.	1	Noir.	»
	2	Bleu.	34
	3	Vert.	»
	4	Blanc.	50
Tungstène.	1	Noir.	»
	2	Jaune.	25
Titane.	1	Bleu.	»
	2	Rouge.	»
	3	Blanc.	»
Columbium.	P.	Blanc.	»
Tantalium.	P.	Blanc.	»
Cérium.	1	Blanc.	»
	2	Rouge.	»

Nota. La lettre P, dans la 2e. colonne, signifie *Peroxide*.

[*Proportion de l'oxigène absorbé par les métaux.*] 5. On voit par ce tableau, que sous le rapport des quantités d'oxigène qu'ils sont capables de condenser, les métaux peuvent être rangés dans l'ordre suivant; savoir :

Chrome.	200
Fer.	92.5
Manganèse.	66
Arsenic.	53
Etain.	38.8
Antimoine.	30
Zinc.	25
Cuivre	25
Plomb	25
Tungstène.	25
Mercure.	17.6
Platine.	15
Argent	12.8
Bismuth.	12
Or.	10

En supposant avec Berthollet que l'affinité des métaux pour l'oxigène est proportionnelle à la quantité de ce principe qu'ils peuvent absorber sans acquérir les propriétés acides; ils se trouveroient classés ci-dessus, en en exceptant le chrome, l'arsenic, et le tungstène, dans le rapport de leurs affinités. Mais on pourroit, entre autres choses, objecter à cette hypothèse, que pour établir une comparaison valable

entre des métaux dans leur état d'oxidation, il convient qu'ils soient oxidés dans les mêmes circonstances et par les mêmes agens.

[*Oxigène absorbé pendant la combustion.*] Lorsque, par exemple, les 7 métaux les plus combustibles sont exposés à une forte chaleur, ils prennent feu, et s'unissent à l'oxigène dans les proportions suivantes :

Fer.	37
Arsenic.	35
Antimoine.	30
Etain.	25
Zinc	25
Bismuth.	12
Plomb	10.6

Ici les circonstances étant les mêmes, il est plus probable que les doses d'oxigène ont quelque rapport avec l'affinité pour ce principe.

[*Par l'action de l'acide nitrique.*] Ces sept métaux soumis à l'action de l'acide nitrique, se combinent avec des proportions différentes d'oxigène, mais qui les établissent entre eux à-peu-près dans le même ordre, ainsi qu'il suit :

Fer.	92
Arsenic	53
Antimoine	30
Etain	58.8
Zinc.	25
Bismuth.	12
Plomb.	10.6

[*Propriétés des oxides.*] 6. Les oxides métalliques varient considérablement entre eux; ils forment, pour la plupart, des poudres sans saveur, tandis que quelques-uns sont âcres, et même que d'autres ont la propriété des acides. Les peroxides de mercure et d'osmium, et le protoxide d'arsenic, sont solubles dans l'eau. Les peroxides d'arsenic, de chrome, de molybdène, de tungstène, de columbium, et de tantalium, appartiennent à la classe des acides. Les chimistes considéroient autrefois tous les métaux comme susceptibles d'être acidifiés par leur combinaison avec l'oxigène; mais l'expérience n'a pas confirmé cette opinion.

[*Réduction par le calorique.*] 7. Lorsqu'on applique la chaleur aux peroxides, ils abandonnent une portion, ou même la totalité de leur oxigène; mais à cet égard, ils diffèrent excessivement les uns des autres. Une chaleur médiocre suffit pour la réduction à l'état métallique des oxides d'or, de platine, d'argent, de

mercure et de nickel, et elle opéreroit également celle de l'oxide de plomb, s'il n'étoit pas susceptible de se fondre en verre. Les oxides des autres métaux exigent une chaleur violente, et ne sont qu'imparfaitement réduits. En considérant les métaux sous le rapport de la difficulté d'en séparer l'oxigène, ils pourroient être classés de la manière suivante (1) :

1. Métaux réfractaires.	12. Chrome.
2. Manganèse.	13. Bismuth.
3. Zinc.	14. Plomb.
4. Fer.	15. Cuivre.
5. Etain.	16. Tellure.
6. Urane.	17. Nickel.
7. Molybdène.	18. Platine.
8. Tungstène.	19. Palladium.
9. Cobalt.	20. Mercure.
10. Antimoine.	21. Argent.
11. Arsenic.	22. Or.

[*Union avec les combustibles.*] 3. Des quatre substances combustibles simples, il n'y en a qu'une, le carbone, qu'on ait pu, jusqu'à présent, parvenir à combiner avec un seul des métaux, le fer.

1. Le gaz hydrogène dissout l'arsenic, le zinc

(1) Vauquelin, *Minéralogie* de Patrin. V. 189.

et le fer ; mais cette dissolution n'est pas permanente, et ces métaux n'y semblent être qu'en suspension à l'état métallique.

[*Phosphures.*] 2. Le phosphore s'unit au plus grand nombre des métaux avec lesquels on a jusqu'à présent essayé de le combiner. Les phosphures métalliques n'ont été appliqués à aucun usage. Ils ont, pour la plupart, l'éclat métallique, et tous sont cassans, excepté ceux d'étain, de plomb et de zinc. On en peut séparer le phosphore par la chaleur. On a formé la table suivante des différentes proportions de phosphore unies à 100 parties du métal dans les phosphures métalliques examinés jusqu'ici.

Argent.	25
Cuivre.	25
Fer.	25
Etain	25
Nickel.	20
Plomb.	15
Cobalt.	7
Or.	4.3
Bismuth.	4

[*Sulfures.*] 3. On a apporté plus d'attention dans l'examen des sulfures métalliques, parce qu'ils se rencontrent souvent dans la nature, et qu'on les emploie à beaucoup d'usages utiles.

Le soufre s'unit avec quelques-uns des métaux dans des proportions différentes. En reproduisant ici la liste des métaux dans l'ordre suivant lequel nous les avons décrits, nous présenterons dans le même tableau leurs sulfures, avec l'indication de leur couleur, de leur pesanteur spécifique, et de la proportion de soufre combiné dans chacun d'eux avec 100 parties du métal. (Voyez le tableau ci-joint),

SULFURES.	COULEUR.	PESANTEUR spécifique.	SOUFRE.	SULFURES.	COULEUR.	PESANTEUR spécifique.	SOUFRE.
Or....... Platine....	Inconnus	»	»	Bismuth...	Gris de plomb.	6.131	17.5
Argent....	Gris noir.	7.2	17.6	Antimoine..	Gris de plomb.	4.368	33.3
Mercure..	1. Noir. 2. Rouge.	10	17.6	Tellure....	Gris de plomb.	»	»
Palladium.	Blanc.	»	»	Arsenic...	1. Rouge. 2. Jaune.	3.215 5.315	25 25
Rhodium.	Blanc.	»	»	Cobalt....	Jaune.	»	»
Iridium... Osmium..	Inconnus	»	»	Manganèse. Chrome...	Inconnus	»	»
Cuivre...	1. Gris. 2. Jaune.	»	28.2 »	Urane.....	Brun.	»	»
Fer......	1. Jaune. 2. Jaune.	4.518 4.83	60 112	Molybdène.	Gris de plomb.	4.73	50
Nickel....	Jaune.	»	»	Tungstène.	Noir bleuâtre.	»	»
Etain.....	Bleu.	»	17.6	Titane.... Columbium. Tantalium..	Inconnus	»	»
Plomb....	Gris de plomb.	7	16	Cérium....	»	»	»
Zinc.....	»	»	»	»	»	»	»

[*Décomposition des sulfures.*] Les métaux peuvent s'enlever le soufre les uns aux autres à l'aide du calorique ; ainsi, le fer, par exemple, est capable de l'en séparer des sulfures de plomb, d'antimoine, d'argent et de mercure, tandis que le sulfure de fer ne peut être décomposé par le plomb ni par aucun des autres métaux. Dans cette faculté qu'exercent les métaux entre eux, ils suivent, selon Bergman, un ordre déterminé qu'il établit ainsi :

1. Fer.	6. Bismuth.
2. Cuivre.	7. Antimoine.
3. Etain.	8. Mercure.
4. Plomb.	9. Arsenic.
5. Argent.	10. Molybdène.

Chaque métal est considéré comme pouvant décomposer les sulfures de tous les métaux qui suivent dans la colonne.

[*Alliages.*] 4. Presque tous les métaux sont susceptibles de se combiner les uns avec les autres, et de former des alliages dont plusieurs sont de la plus grande utilité pour les arts. On a reconnu dès longtems cette propriété comme étant particulière aux métaux. Elle est encore à présent l'un des meilleurs indices de la nature métallique d'une substance. La chimie des alliages est encore bien imparfaite. Plusieurs

d'entre eux n'ont jamais été examinés, et les proportions variables de presque tous, sont encore inconnues. On n'a pas non plus trouvé jusqu'à présent de procédé exact pour déterminer les affinités des métaux entre eux. Leurs alliages sont beaucoup mieux connus des artistes et des manufacturiers, que des chimistes; mais un travail suivi sur ces mélanges, dans l'état actuel des connoissances chimiques, contribueroit essentiellement sans doute au perfectionnement de quelques-unes des branches les plus importantes de l'industrie humaine.

La fragilité et la malléabilité de ces alliages sont leurs qualités les plus essentielles sous le rapport de leur emploi dans les arts, de même que le changement de volume qu'ils éprouvent pendant la combinaison qui les forme, est leur propriété la plus importante pour les chimistes.

[*Tables des alliages.*] On a formé les trois tables suivantes de ces propriétés dans tous les alliages métalliques, autant qu'il a été possible de les bien reconnoître. La première comprend les alliages des métaux malléables entre eux; la seconde, les alliages des métaux fragiles, et la troisième, les alliages des métaux malléables avec ceux fragiles.

Dans ces trois tables, la lettre M signifie malléable; celle F, fragile; S, sous-malléable,

expression qui indique que le métal est malléable dans de certaines proportions, et fragile dans d'autres ; O indique que le métal n'est pas susceptible d'union. On emploie le signe + lorsque le volume de l'alliage est plus grand que celui des métaux séparément, et le signe — lorsque ce volume du mélange est plus petit. Le premier indique qu'il y a eu expansion dans la combinaison, et le second, contraction.

Ire. MÉTAUX MALLÉABLES.

	Zinc.	Plomb.	Étain.	Nickel.	Fer.	Cuivre.	Iridium.	Osmium.	Rhodium.	Palladium.	Mercure.	Argent.
Plomb.	M											
Étain.	M	M+										
Nickel.	O	O	F									
Fer.	S	F+	M	M								
Cuivre.	S—	F+	F—	F	S							
Iridium.						M						
Osmium.						M						
Rhodium.												
Palladium.		F	F+		F	S—						
Mercure.	F	F	F	O	F	F			O	F		
Argent.	F	F—	F—	O	M	M+	M		M	M	F—	
Or.	[illegible]	F+	S—	M+	M+	M+	M+	M	M	M	F	M+ M+

IIe. MÉTAUX FRAGILES.

	Titane.	Tungstène.	Chrome.	Urane.	Molybdène.	Manganèse.	Cobalt.	Arsenic.	Tellure.	Antimoine.
Tungstène.										
Chrome.										
Urane.										
Molybdène.										
Manganèse.		F			F					
Cobalt.					F					
Arsenic.					F		F			
Tellure.										
Antimoine.			F		F	O		F		
Bismuth.			F		S	O	O	F		F

MÉTAUX.	BISMUTH.	ANTIMOINE.	TELLURE.	ARSENIC.	COBALT.	MANGANÈSE.	MOLYBDÈNE.	URANE.	CHROME.	TUNGSTÈNE.	TITANE.
Or.	F—	F—		F	F—	M	F				
Platine.	F	F		F			F—				
Argent.	F—	F—		F	F		F			M	
Mercure.	F	F		F	O	O	O				
Palladium.	F—			F							
Rhodium.				O							
Osmium.											
Iridium.											
Cuivre.	F—	F—		M		M	S			M	
Fer.	F+	F+		F	F	S	F			F	S
Nickel.	F			F+	F		S				
Étain.	M	M+		F		F				S	
Plomb.	M—	M—		F	F		S			M	
Zinc.	O	F+		F	O	O	O				

FIN DU TOME PREMIER.



